

Antti Pirkonen

## **PERUSKORJATTAVAN OMAKOTITALON LVI-SUUNNITTELU**

# **PERUSKORJATTAVAN OMAKOTITALON LVI-SUUNNITTELU**

Antti Pirkonen  
Opinnäytetyö  
Kevät 2015  
Talotekniikan koulutusohjelma  
Oulun ammattikorkeakoulu

## TIIVISTELMÄ

Oulun ammattikorkeakoulu  
Koulutusohjelma, Suuntautumisvaihtoehto

---

Tekijä: Antti Pirkonen

Opinnäytetyön nimi: Peruskorjattavan omakotitalon LVI-suunnittelu

Työn ohjaaja: Martti Rautiainen

Työn valmistumislukukausi- ja vuosi: Kevät 2015

Sivumäärä: sivut + liitteet  
(esim. 33 + 11)

---

Oulun Kastellissa aloitettiin vuonna 1938 rakennetun kaksikerroksisen omakotitalon peruskorjaus. Taloa on laajennettu vuonna 1977. Talossa on ollut suora sähkölämmitys ja painovoimainen ilmanvaihto. Yksityinen henkilö pyysi tekemään LVI-järjestelmiin luonnossuunnitelmat, jotta LVI-laitteistojen asennusten toteuttaminen olisi yksinkertaisempaa.

Tämä opinnäytetyö on suunnittelutyö, jonka tavoitteena oli suunnitella toteutuskelpoiset LVI-luonnospiirustukset omakotitaloon ja vertailla erilaisia lämmitysmuotoja keskenään. LVI-luonnospiirustukset mallinnettiin MagiCAD- ja CADS-suunnitteluohjelmilla. MagiCAD-ohjelmalla suunniteltiin taloon koneellinen ilmanvaihto. CADS-ohjelmalla mallinnettiin omakotitalon viemäri- ja käyttövesiverkosto. Lisäksi CADSilla suunniteltiin energiaystävällinen lattialämmitysjärjestelmä ja radonputkisto.

Opinnäytetyössä keskityttiin lämmitysmuodon valintaan ja vertailuun. Lämmitysmuodoksi valittiin Niben ilma-vesilämpöpumppu ja lämmönjakotavaksi vesikiertoinen lattialämmitysjärjestelmä. Lämmitysmuodon valintaan vaikutti oleellisesti edullinen hankintahinta suhteessa käyttökustannuksiin. Kohteeseen suunniteltiin viemäri- ja käyttövesijärjestelmät, joissa perehdyttiin äänien minimointiin ja selkeisiin ratkaisuihin. Ilmanvaihtokone valittiin ja suunniteltiin ilmanvaihtokanavien reitit. Ilmanvaihdolle määritettiin ilmavirrat huonekohtaisesti ja valittiin tuloilmalle ja poistoilmalle päätelaitteet. Lisäksi radonputkisto mallinnettiin taloon maaperässä olevien epäpuhtauksien vuoksi.

Työssä on esitelty LVI-suunnitteluprosessin vaiheita, kohteen suunnitteluratkaisuja ja kerrottu LVI-suunnitelmien sisällöstä. Työtä voidaan hyödyntää pientalojen LVI-järjestelmien valinnassa.

---

Asiasanat: ilmanvaihto, lämmitys, LVI-suunnittelu, lattialämmitys, radonputkisto

# SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ	3
1 JOHDANTO	5
2 LÄMMITYSMUODON VALINTA	6
2.1 Käyttöveden ja lämmityksen energiankulutus	6
2.2 Lämmitysmuotojen vertailu	7
2.2.1 Kaukolämpö	8
2.2.2 Maalämpö	8
2.2.3 Poistoilmalämpöpumppu	9
2.2.4 Ilma-vesilämpöpumppu	10
3 LVI-JÄRJESTELMIEN SUUNNITELMAT	11
3.1 Käyttövesijohdot	11
3.2 Viemärit	15
3.3 Radonputkisto	16
3.4 Lämmitysjärjestelmä	18
3.4.1 Paisuntasäiliön mitoitus	19
3.4.2 Lattialämmitys	22
3.5 Ilmanvaihtojärjestelmä	23
3.5.1 Ilmamäärät	25
3.5.2 Päätelaitteiden valinta	26
3.5.3 Ilmanvaihtokoneen valinta	27
3.5.4 Kanaviston suunnittelu	28
4 YHTEENVETO	30
LÄHTEET	31
LIITTEET	
Liite 1 LVI-suunnitelmat	
Liite 2 Vallox 145 SE tuotesertifikaatti	

# 1 JOHDANTO

Opinnäytetyön tarkoituksena on tehdä toteutuskelpoiset LVI-suunnitelmat Oulun Kastellissa sijaitsevaan kaksikerroksiseen omakotitaloon. Suunnittelukohde on rakennettu vuonna 1938 ja sitä on laajennettu vuonna 1977. Talon LVI-järjestelmät uusitaan kokonaan. Työn tilaajana toimii yksityinen henkilö.

Remontin yhteydessä lämmitysmuoto muutetaan vanhasta sähkölämmityksestä uuteen nykypäivänä kannattavaan lämmitysjärjestelmään. Lattioiden uusimisen yhteydessä muutetaan sähköpatterit energiaystävällisempään lattialämmitykseen. Lisäksi talon vanhat viemärit ja käyttövesijärjestelmä korvataan uusilla ja taloon suunnitellaan radonputkisto maaperässä olevien epäpuhtauksien vuoksi. Edellä mainitut järjestelmät suunnitellaan CADS-suunnitteluohjelmalla.

Vanhan painovoimaisen ilmanvaihdon tilalle suunnitellaan nykyaikainen koneellinen ilmanvaihto, joka on varustettu vastavirtaisella lämmöntalteenottokennolla. Kanavat johdetaan huoneisiin sijoitettuihin tulo- ja poistoilman päätelaitteisiin. Ilmanvaihto-osuus mallinnetaan MagiCAD-suunnitteluohjelmalla.

Työ sisältää teoretietoa eri lämmitysmuodoista, joita myös vertaillaan keskenään. Työssä esitellään suunnitteluratkaisut ja vaiheet. Valmiit luonnospiirrokset järjestelmistä on esitelty liitteessä 1 ja ne on lähetetty työn tilaajalle.

## 2 LÄMMITYSMUODON VALINTA

Pientaloasukkaan tärkeimpiä päätöksiä rakennusvaiheessa on oikean lämmitysjärjestelmän valinta. Kertaalleen valitun järjestelmän vaihtaminen uuteen on myöhemmässä vaiheessa varsin kallis ja mutkikas prosessi. Lämmitysjärjestelmän valinta rakennettaessa vaikuttaa asukkaan asumiskustannuksiin ja viihtyvyyteen koko rakennuksen olemassaolon ajan. (1, s. 1)

Tämän opinnäytetyön kohteen lämmitysmuodon valinnan tekee vaikeaksi se, että hyviä vaihtoehtoja on runsaasti kyseiseen kohteeseen. On vaikea osoittaa, että kohteeseen sopisi vain yksi ja ainoa lämmitysjärjestelmä. Valintaan vaikuttavat omien kokemusten ja mieltymysten lisäksi lämmitysjärjestelmän ominaisuudet, rakennuksen ja rakennuspaikan mahdollisuudet ja rajoitukset sekä taloudelliset hyötynäkökohdat. (1, s. 1)

Nyrkkisääntönä voidaan pitää, että halvin ratkaisu ei pitkällä tähtäimellä ole aina se edullisin vaihtoehto. Kalliimpi ja energiaystävällisempi lämmitysjärjestelmä tulee 10 vuoden aikajanaalla varmasti kokonaiskustannuksiltaan edullisemmaksi asukkaalle. Tämä on myös monin laskelmin todettu. (1, s. 1)

### 2.1 Käyttöveden ja lämmityksen energiankulutus

Talon kokonaisenergiankulutukseksi saatiin Excel-taulukko-ohjelmalla lasketuksi noin 32 000 kWh. Tämä on kuitenkin vain arvio, koska esimerkiksi taloon jäävien vanhojen ikkunoiden ja ovien tarkkaa U-arvoa ei ole tiedossa. Ilmanvaihdon lämmitystarpeen osuus kokonaisenergiasta on noin 30–40 %.

Asunnon omistajan mukaan käyttövettä kului edellisvuonna 138 m<sup>3</sup>. Peruskorjauksen yhteydessä asuntoon tulee muiden vesikalusteiden lisäksi kylpyamme, joten käyttöveden kulutus tulee kasvamaan. Arvioidaan, että vettä kuluu 160 m<sup>3</sup>/vuosi. Lämpimän käyttöveden osuudeksi pientalossa voidaan olettaa 40 % (2). Lämpimän käyttöveden lämmittämiseen kuluu energiaa kaavan 1 mukaan.

$$Q_{lkv} = \frac{\rho_v \times c_{pv} \times V \times (T_m - T_p)}{3600}$$

KAAVA 1

$$Q_{lkv} = \frac{1000 \frac{kg}{m^3} * 4,2 \frac{kJ}{kg \cdot ^\circ C} * 64 m^3 * (55^\circ C - 5^\circ C)}{3600} \approx 3\,733 kWh$$

$Q_{lkv}$  = lämpimän käyttöveden energiankulutus, kWh

$\rho_v$  = veden tiheys, kg/m<sup>3</sup>

$C_{pv}$  = veden ominaislämpökapasiteetti, kJ/kg °C

$V$  = veden tilavuus, m<sup>3</sup>

$T_m$  = menoveden lämpötila, °C

$T_p$  = paluuveden lämpötila, °C

3600 = kerroin, jolla laatumuunnos tehdään

Talon lämmittämiseen kuluu energiaa tällöin 28 267 kWh. Oletetaan, että ilmanvaihdon lämmitystarpeen osuus kokonaisenergiasta on 35 %. Ilmanvaihtoon kuluu energiaa seuraavan laskelman mukaan:

$$Q_{iv} = 0,35 * 28\,267 \text{ kWh} = 9\,893 \text{ kWh}.$$

Taloon mallinnetun lämmöntalteenotolla varustetun koneellisen ilmanvaihdon vuosihyötysuhde on 75 %, joten ilmanvaihdon energian kulutus laskisi 9 893 kWh:sta 2 473 kWh:iin. Laskennallinen asunnon energiankulutus vuodessa olisi seuraavan laskelman mukaan:

$$Q_{kok} = (28\,267 \text{ kWh} - 9\,893 \text{ kWh}) + 2\,473 \text{ kWh} + 3\,733 \text{ kWh} = 24\,580 \text{ kWh}.$$

## 2.2 Lämmitysmuotojen vertailu

Talon alkuperäinen lämmitysmuoto oli suora sähkölämmitys. Talon suuren koon ja korkean energiankulutuksen vuoksi sähkölämmityksestä joutuu maksamaan kohtuuttoman hinnan vuosien saatossa. Työn tilaaja haluaa taloon nykypäivään sopivan vesikiertoisen lattialämmityksen, joten lämmitysmuoto valitaan sen mukaan.

### 2.2.1 Kaukolämpö

Kaukolämpö on huoleton, ympäristöystävällinen ja edullinen lämmitysmuoto. Se tarjoaa lämmintä käyttövettä ja tasaista lämpöä kaikkina vuoden aikoina. Erillistä lämminvesivaraajaa ei tarvita, kun käytössä on kaukolämpöjärjestelmä. Laitteet mitoitetaan niin, että lämpöä riittää sekä lämmitykseen että lämpimään käyttöveteen. Huonetilojen lämmitys voidaan toteuttaa vesikiertoisilla patteri- tai lattialämmitysjärjestelmillä. (3.)

Kaukolämpö unohdettiin vaihtoehtoisena lämmitysmuotona omakotitaloon, koska Petäjäkujalla ei ollut omaa kaukolämpöputkea, joten hankintahinta paisui kohtuuttoman korkeaksi ja olisi ollut vaikeasti toteutettavissa. Hankintahinnaksi Oulun Energia ilmoitti noin 16 000 €. Hintaan sisältyy korttelijohtoliittymä ja siitä lämmönjakokeskukseen liittyminen, lämmönjakokeskus ja sen asentaminen. Hinta sisältää myös ensiöpuolen suodattimet ja venttiilit. Hinta olisi pudonnut 12 000 €:oon, jos naapuri olisi lähtenyt mukaan hankkeeseen. Kohteeseen kaukolämpö olisi ollut varteenotettava vaihtoehto, koska lämmönjakokeskus saadaan asennettua pieneen tilaan ja sen huoltaminen on helpompaa, eikä tarvitse huolehtia lämpimän käyttöveden riittävydestä..

Kaukolämmön kokonaishinta Oulun pientaloihin on yksi edullisimmista Suomen markkinoilla. Kokonaishinnaksi on muodostunut noin 7,3 senttiä/kWh (4, s. 2). Näin ollen voidaan laskea, että kohteeseen saadaan hinnaksi vuositasolla

$$24\,580\text{ kWh} \cdot 0,073\text{ €/kWh} = 1\,794\text{ €/a.}$$

### 2.2.2 Maalämpö

Maalämpöpumppu kerää kallioon, veteen tai maaperään varastoitunutta auringon lämpöä. Lämpökaivon syvemmissä osissa lämpöä saadaan kallioon johtuvasta fissioenergiasta sekä lämpimistä pohjavesivirtauksista. Maalämpöpumpun tuottamasta lämmöstä noin kolmasosa on tuotettu sähköllä ja loput kaksi kolmasosaa on maaperästä saatua uusiutuvaa energiaa. (5)

Maalämpöpumpun yksi hyvistä puolista on sen helppokäyttöisyys. Maalämpöpumppu vaatii ainoastaan vähän tarkastus- ja huoltotoimenpiteitä. Maalämpöpumput ovatkin kasvattaneet lämmitysjärjestelmistä suosiotaan eniten. Maalämpöpumpun investointikustannukset ovat melko suuret,



mutta käyttökustannukset ovat edulliset. Saneerauskohteissa investointikulut ovat suuremmat kuin uudistaloissa. (5)

Asukas oli erittäin kiinnostunut maalämpöjärjestelmän asentamisesta taloon. Maalämmön hankintahinta vaikutti kuitenkin liian suurelta, joten maalämpöä ei kohteeseen asennettu. Voidaan arvioida, että maalämpö olisi tullut maksamaan noin 20 000 €. Nykyään maalämpö on loistava vaihtoehto lämmitysmuodon valitsemiseksi, koska esimerkiksi hyötysuhde eli COP-arvo on niissä erittäin hyvä. Tämä takaa hyvät säästöt pitkällä tähtäimellä, vaikka hankintahinta on kalliimpi kuin muissa lämmitysmuodoissa.

Käytännössä vuotuinen lämpökerroin maalämmössä vaihtelee useimmiten kohdekohtaisesti 2,5 - 3,5 välillä(5). Arvioidaan, että COP-arvo on noin kolme ja sähkön kokonaishinta kymmenen senttiä. Näin saadaan asunnolle laskettua sähkөөn menevät kulut vuositasolla

$$24\,580\text{ kWh} / 3 \cdot 0,1\text{ €/kWh} = 819\text{ €/a.}$$

### **2.2.3 Poistoilmalämpöpumppu**

Poistoilmalämpöpumppu ottaa lämmitysenergiaa jäteilmasta. Pumppu siirtää lämmön vesikiertoiseen lämmitysjärjestelmään, tuloilmaan tai lämpimään käyttöveteen. Poistoilmalämpöpumppu viilentää myös sisäilmaa. Järjestelmä vaatii Suomen rakentamismääräyskokoelman (myö. RakMk) osan D2 mukaisesti, että ilmaa vaihtuu vähintään puolet asunnon ilmamäärästä tunnin aikana.

Poistoilmalämpöpumppu huolehtii talon huonetilojen lämmityksen lisäksi ilmanvaihdesta ja lämpimän käyttöveden tuottamisesta. Poistoilmalämpöpumppu tuottaa lämpöä ulkolämpötilasta ja vuodenajasta riippumatta vakioteholla. Tehoa saadaan tuotettua noin 2–4 kW (6). Kyseiseen kohteeseen tarvitaan noin 7 kW pelkästään lämmitystehoa, joten poistoilmalämpöpumppu unohdettiin. Myös matala huonekorkeus olisi estänyt poistoilmalämpöpumpun asentamisen. Poistoilmalämpöpumppu soveltuu parhaiten pieniin omakotitaloihin ja investointiin menevät kulut liikkuvat 6 000 €:n ja 12 000 €:n välillä.

Suomen RakMk:n osa D5 kertoo, että poistoilmalämpöpumpun SPF-luku vaihtelee välillä 1,9–2,4. SPF-luku ilmoittaa, kuinka monta kWh lämpöä tuotetaan yhdellä kWh:lla sähköä vuodessa (7, s. 53). Jos ajatellaan, että SPF-luku olisi 2,2, talon vuotuiset sähkökustannukset ovat

$$24\,580\text{ kWh} / 2,2 * 0,1\text{ €/kWh} = 1\,117\text{ €/a.}$$

#### **2.2.4 Ilma-vesilämpöpumppu**

Ilma-vesilämpöpumppu on uusiin lämpöpumpputekniikkaa hyödyntävä lämmitysratkaisu. Ilma-vesilämpöpumppu ottaa lämmitysenergiaa ulkoilmasta ja siirtää sen vesikiertoiseen lämmitysjärjestelmään. Kompressorilla voidaan lämmittää myös tilojen lämmitys- ja käyttövesi noin +50 °C:n tasolle saakka, jonka ylimenevä osa on lämmitettävä esimerkiksi sähkövastuksella.

Koska ilma-vesilämpöpumppu tuottaa vähiten energiaa silloin kun lämmitystarve on suurimmillaan, järjestelmä tarvitsee rinnalleen täydelle lämmitystarpeelle mitoitetun toisen lämmitysjärjestelmän. Yleensä varalämmitysjärjestelmänä käytetään ilma-vesilämpöpumpun omaa sähkövastusta, jolla lämmitystarve katetaan kovimpien pakkasten aikana. Lämmityskauden aikana on kuitenkin vain vähän sellaisia päiviä, jolloin ilma-vesilämpöpumppu ei riitä. Laitteen sähkövastuksen tai rinnalla olevan toisen lämmönkehittimen on oltava teholtaan vähintään yhtä suuri kuin talon lämmitys- ja käyttöveden tehonkulutus suurimmillaan. Talossa, jossa on ilma-vesilämpöpumppu, puun käyttö kovien pakkasten aikana on tehokas tapa vähentää ostettavan sähköenergian määrää. Laitteen investointikustannukset ovat paljon matalammat kuin esimerkiksi maalämpöpumpun, koska hankintahinta sijoittuu 7 000 €:n ja 13 000 €:n välille. (8)

Työn tilaaja kiinnostui ilma-vesilämpöpumpun asentamisesta taloon edullisen hankintahinnan ja suhteellisen hyvän COP-arvon vuoksi. Niben ilma-vesilämpöpumppuun, johon kuuluu F 2040-8 -ulkoyksikkö ja VVM310 -sisäyksikkö, valmistaja lupaa COP-arvoksi 2,38. Laskennalliseksi hinnaksi vuositasolla saadaan

$$24\,580\text{ kWh} / 2,38 * 0,1\text{ €/kWh} = 1\,033\text{ €/a.}$$

### 3 LVI-JÄRJESTELMIEN SUUNNITELMAT

Omakotitalon viemäri-, käyttövesi- ja lattialämmitys mitoitettiin ja mallinnettiin CADS 16.0 -suunnitteluohjelmalla. Ilmanvaihtojärjestelmän mallintamiseen käytettiin AutoCAD-pohjaista MagiCAD-suunnitteluohjelmaa. LVI-suunnitelmat esitetään liitteessä 1.

#### 3.1 Käyttövesijohdot

Vesijohdot suunniteltiin Suomen RakMk:n osan D1 (2007) määräyksiä ja ohjeita noudattaen. Käyttövesi saadaan Oulun kaupungin vesijohtoverkostosta. Talon vesimittari sijoitettiin kodinhoitohuoneeseen ennen ilma-vesilämpöpumpun puskurivaraajaa ja jakotukkeja. Jakotukeilta vesijohdot johdettiin kalusteille muoviputkella väliseinien kautta. Seiniin asennettiin hanakulmarasiat, joista liitytään kalusteille.

Vesikalusteet valittiin Oraksen tuotekannasta. Oraksella on valmistettu esimerkiksi hanoja ja suihkusekoittimia vuodesta 1945 lähtien. Lisäksi WC-istuimiksi ja pesualtaiksi valittiin IDO:n tuotteet.

Lämmöntarpeen laskemiseksi arvioitiin lämpimän käyttöveden tarve kylpyaikana. Yhden perheen talossa arvioitiin lämmöntarpeen vaihtelevan 15 000 Wh:n ja 20 000 Wh:n välillä. Tunnissa tarvittavan lämmöntarpeen selvittämiseksi käytetään samanaikaisuuskerrointa. Samanaikaisuuskerroin merkitään kirjaimella S. Samanaikaisuuskertoimen käänteisarvo 1/S kertoo laskelmissa käytettävän kylpyajan pituuden (9, s. 209–213).

Lasketaan muutama erilainen tilanne, jotta saadaan kuva siitä, kuinka suuri varaaja tarvitaan erilaisissa tilanteissa. Oletetaan, että yksi asukas on kylvyssä yläkerrassa ja toinen henkilö on samaan aikaan suihkussa alakerrassa. Arvioidaan, että yhden asunnon kylpyaika on 1 tunti. Asunnon tarvitsema kylpyajan keskiteho lasketaan kaavalla 2 (9, s. 209–213).

$$\Phi_{lkv,kt} = \frac{S \times (n_1 \times Q_1 + n_2 \times Q_2)}{1000}$$

KAAVA 2

$\Phi_{lkv,kt}$  = kylpyajan keskiteho, kW

S = samanaikaisuuskerroin, 1 1/h

n<sub>1</sub> = ammeiden lukumäärä, 1 kpl

Q<sub>1</sub> = ammeen lämmöntarve, 10 000 Wh

n<sub>2</sub> = suihkujen lukumäärä, 1kpl

Q<sub>2</sub> = suihkun lämmöntarve, 5 000 Wh

1000 = kerroin, jolla watit muutetaan kilowateiksi

$$\Phi_{lkv,kt} = \frac{1 \text{ 1/h} \times (1 \times 10000 \text{ Wh} + 1 \times 5000 \text{ Wh})}{1000} = 15 \text{ kW}$$

Kylpyajan keskitehoksi saadaan 15 kW. Ilma-vesilämpöpumpussa lataustehosta vastaa varaajan yläosaan asennettu 12 kW:n tehoinen termostaattisesti ohjattu sähkövastus. Säiliöstä kylpyaikana purettava energia lasketaan kaavalla 3.

$$Q_{pe} = (\Phi_{lkv,kt} - \Phi_l) \times \frac{1}{S} \quad \text{KAAVA 3}$$

Q<sub>pe</sub> = varaajasta purettava latausenergia, kWh

Φ<sub>lkv,kt</sub> = kylpyajan tarvitsema keskiteho, kW

Φ<sub>l</sub> = latausteho, kW

1/S = kylpyaika, 1h

$$Q_{pe} = (15 \text{ kW} - 12 \text{ kW}) \times 1 \text{ h} = 3 \text{ kWh}$$

Varaajasta kylpyaikana purettava energia on 3 kWh. Tehollisena lämpötilaerona mitoituksessa käytettiin 15 °C:ta. Tehollinen lämpötilaero määritellään käyttöveden lämmitykseen hyödynnettävissä olevaksi varaajan keskilämpötilan laskuksi lämpimän käyttöveden mitoitusjakson aikana (10, s. 26). Varaajan tilavuus lasketaan kaavalla 4.

$$V = \frac{Q_{pe} \times 3600}{\rho_v \times c_{pv} \times \Delta T} \quad \text{KAAVA 4}$$

V = varaajan tilavuus, m<sup>3</sup>

ρ<sub>v</sub> = veden tiheys, 1000 kg/m<sup>3</sup>

$c_{pv}$  = veden ominaislämpökapasiteetti, 4,2 kJ/kg °C

$\Delta T$  = tehollinen lämpötilaero, (60-45)°C

3600 = kerroin, jolla laatumuunnos tehdään

$$V = \frac{3kWh \times 3600}{\frac{1000kg}{m^3} \times 4,2 \frac{kJ}{kg \text{ } ^\circ C} \times 15^\circ C} \approx 0,171 m^3$$

Tarvittavaksi varaajan tilavuudeksi saadaan 171 litraa. Ilmavesilämpöpumpun sisätilavuus on 270 litraa, joten huomataan, että se on riittävä tässä tilanteessa. Toisena esimerkkinä otetaan tilanne, jossa käytetään ammetta ja molempia suihkuja samanaikaisesti. Silloin asunnon kylpyajan keski-teho lasketaan kaavan 5 mukaan.

$$\Phi_{lkv,kt} = \frac{S \times (n_1 \times Q_1 + n_2 \times Q_2)}{1000}$$

KAAVA 5

$\Phi_{lkv,kt}$  = kylpyajan keskiteho, kW

S = samanaikaisuuskerroin, 1 1/h

$n_1$  = ammeiden lukumäärä, 1 kpl

$Q_1$  = asunnon lämmöntarve, 10000Wh

$n_2$  = suihkujen lukumäärä, 2kpl

$Q_2$  = suihkun lämmöntarve, 5000Wh

1000 = kerroin, jolla watit muutetaan kilowateiksi

$$\Phi_{lkv,kt} = \frac{1 \text{ 1/h} \times (1 \times 10000 \text{ Wh} + 2 \times 5000 \text{ Wh})}{1000} = 20 \text{ kW}$$

Kylpyajan keskitehoksi saadaan 20 kW. Tällöin säiliöstä kylpyaikana purettavaksi energiaksi saadaan kaavan 3 mukaan 8 kWh. Tämän jälkeen voidaan kaavan 4 avulla laskea tarvittava varaajan tilavuus.

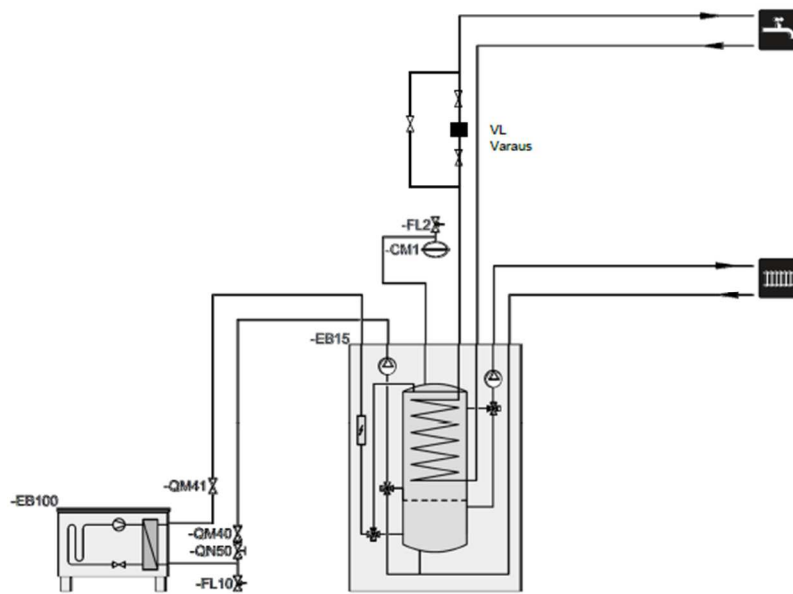
$$V = \frac{8kWh \times 3600}{\frac{1000kg}{m^3} \times 4,2 \frac{kJ}{kg \text{ } ^\circ C} \times 15^\circ C} \approx 0,457 m^3$$

Laskelmien perusteella varaajan tilavuuden tarve kasvaa 457 litraan. Laskelmien avulla todetaan, että erilaisissa tilanteissa lämpimän veden käyttötarve vaihtelee suuresti käyttäjien mukaan. Asuntoon mietittiin ylimääräistä varaajaa saunan lauteiden alapuolelle. Varaajalle olisi toistaiseksi tehty vain varaus, jonka olisi voinut ottaa käyttöön, jos ilma-vesilämpöpumppu itsessään ei olisi riittänyt lämpimän veden tuottamiseen. Sen sijaan tilalle tehtiin varaus veden läpivirtauslämmittimelle, joka sijoitetaan kodinhoituhuoneeseen ilma-vesilämpöpumpun viereen. (kuva 1).



*KUVA 1. PPE2 ELECTRONIC LCD-läpivirtauslämmitin (11, linkit Tuotteet -> Vedenlämmittimet -> PPE2 ELECTRONIC LCD.)*

Läpivirtauslämmitin asennetaan seinälle, eikä se vie paljon tilaa, joten se on hyvä vaihtoehto tälle kohteelle. Jos lämmitin asennetaan, taloon tulee laittaa 35 A:n pääsulakkeet. Läpivirtauslämmitin ja varaajan 12 kW:n sähkövastus tulee kytkeä niin, että ne eivät voi olla samaan aikaan päällä. Siten vältetään turhat sähkökatkokset. Lisäksi lämmittimen ohi tehdään ohivirtauskytkentä, koska lämmitintä ei tarvita säännöllisesti. Sen voi näin ottaa käyttöön ainoastaan, kun sitä todella tarvitaan. Lämmittimen kytkentä ohivirtauksineen on esitetty kytkentäkaaviossa (kuva 2).



KUVA 2. Ilmavesilämpöpumpun kytkentäkaavio

### 3.2 Viemärit

Viemärit suunniteltiin Suomen RakMK:n osan D1 määräyksiä ja ohjeita noudattaen. Viemäriputkien materiaalina käytettiin harmaata muovia, joka on tehty kestävästä polypropeenista standardin EN 1451-1 mukaan.

Viemäröinnin suunnittelua hankaloitti talon sisäpuolella paljon se, että talon väliseinät ovat sekä ylä- että alakerrassa eri kohdissa. Lisäksi välipohjan niskat eivät jättäneet paljon tilaa vaihtoehdoille yläkerrassa. Kaikesta huolimatta viemäröintireitit pyrittiin suunnittelemaan mahdollisimman selkeiksi.

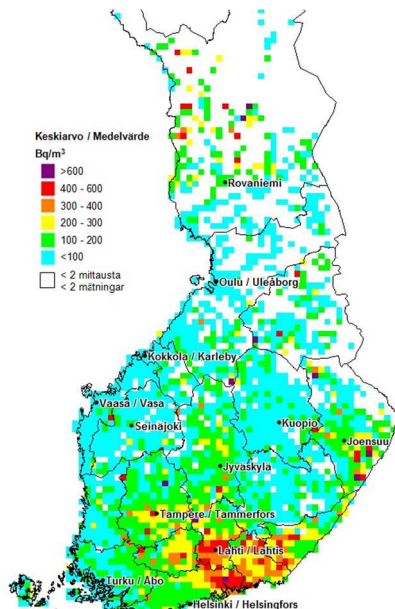
Oulun vedeltä tilattiin liitoslausunto, josta saatiin liittymäkorot ja -kohdat jäte- ja sadevesille. Näin pystyttiin kiinteistön sade- ja jätevedet johtamaan oikeissa koroissa Oulun veden verkostoihin. Lisäksi Oulun veden liitoslausunnosta saatiin tiedot käyttöveden painetasoista, jotta käyttövesijärjestelmä pystyttiin mitoittamaan oikein.

### 3.3 Radonputkisto

Maaperässä olevat uraani ja radium nostavat maaperän radonpitoisuutta. Maaperän huokosil-massa radonpitoisuus on 30 000–100 000 Bq/m<sup>3</sup>. Huokosilma on merkittävin radonin lähde Suo-messa. Huoneilmaan siirtyy radonia myös rakennuksen alapuolisista täyttökerroksista, talousve-destä ja rakennusmateriaaleista.. Radonin ohjearvojen ylitykset erityyppisissä rakennuksissa ovat yleisiä. Tämän vuoksi radonin ottaminen huomioon rakentamisessa ja suunnittelussa on tärkeää ja perusteltua. Radonputkistolla estetään myös maaperästä ja alapohjarakenteen alta ilmavirtaus-ten mukana tulevien epäpuhtauksien pääsy huonetilaan. (12, s.1)

Radonin torjunta on helpompaa uudisrakentamisessa kuin saneerauskohteissa. Uudisrakentami-nessa tavoitearvo on alle 200 Bq/m<sup>3</sup>. Radonpitoisuudet saadaan halutulle tasolle, kun asenne-taan putkisto oikein. Sisäilman laatua voidaan myös parantaa radonputkiston avulla. (13)

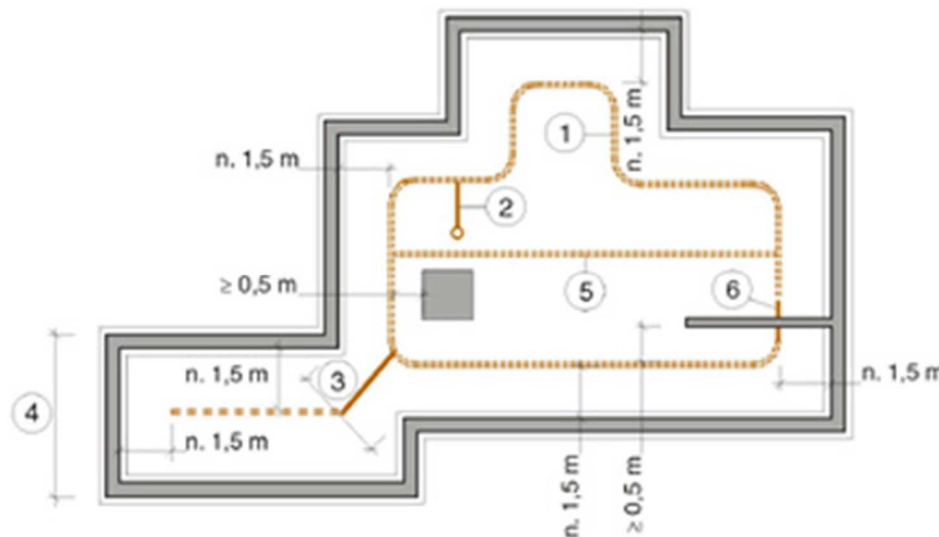
Sora- ja hiekkaharjuille perustetuissa taloissa radonpitoisuudet ovat selvästi suurempia kuin lä-hiympäristön muille maalajeille perustetuissa taloissa. Radonin kannalta pahimpia alueita ovat kohomuotoiset ja jyrkkärinteiset soraharjut (13). Tutkimuksien mukaan radonpitoisuudet ovat alhaiset Oulun ympäristössä (kuva 3).



KUVA 3. Radonin esiintyminen Suomessa (14)



Radonputkiston asennuksessa on syytä noudattaa RT-ohjekortin 81-11099 mukaisia ratkaisuja. Niistä poikkeaminen saattaa johtaa huonosti toimivaan ratkaisuun. Imukanavisto mallinnetaan joko rengasmalliseksi (kuva 4) tai monihaaraiseksi. Putkisto asennetaan vähintään 200 mm lämmöneristeen alapuolelle, koska kanavistoon saadaan näin suurempi alipaine. (15).



KUVA 4. Rengasmallinen asennus (15)

Asentamalla radonputkisto voidaan varmistua siitä, että erilaiset radonhiukkaset ja muut radioaktiivisen säteilyn lähteet eivät pääse leviämään asuntoon. Kohteeseen radonputkistoa ei asennettu ainoastaan radonin vuoksi. Periaatteessa radonputkisto asennetaan radioaktiivisen säteilyn poistamiseksi, mutta kohteen alapohjaa ei saatu puhdistettua kokonaan. Tämän vuoksi radonputkistolla varmistetaan, että erilaiset maaperässä olevat epäpuhtaudet eivät pääse leviämään asuntoon.

Laatan läpiviennit tehdään viemäriputkella, mitkä tiivistetään elastisella saumaussmassalla. Tiivistettävä kohta rajataan sopivalla pohjanauhalla tai täyteaineella ennen massaa. Imukanavisto on muilta osin taipuisaa salaojaputkea. Rengasmallisessa asennuksessa imukanaviston putket asennetaan 1,5 metrin päähän sokkelista ja vähintään 0,5 metrin päähän laatan läpi menevistä rakennusosista. Ainoastaan saunaan asennettavassa putkessa joudutaan poikkeamaan näistä etäisyyksistä, koska hormin ja sokkelin välinen etäisyys on 1,8 metriä. Putki asennetaan 1,4 metrin päähän sokkelista ja 0,4 metrin päähän hormista. Etäisyyksien vuoksi saunassa käytetään pistemäistä asennustapaa, jossa putki on pääsääntöisesti tiivistä viemäriputkea. Ainoastaan viemäriputken päähän laitetaan lyhyt pätkä salaojaputkea ennen tulppausta.

Poistopuolen putki asennetaan kodinhoitohuoneen ja pesuhuoneen seinän sisälle, josta se johdetaan katolle. Poistoputkena käytetään muovista viemäriputkea ja vesikatolla sen päähän asennetaan Meltexin radonimuri.

### 3.4 Lämmitysjärjestelmä

Luonnossuunnitelmiin valittiin lämmitysmuodoksi ilma-vesilämpöpumppu, jonka sisäyksikkö asennetaan talon kodinhoitohuoneeseen, koska erillinen lämmönjakohuone puuttuu talosta. Kodinhoitohuone sijaitsee talon alakerrassa. Kodinhoitohuoneesta on lyhyet etäisyydet ympäri taloa lämmönjakopiirien toteutusta ajatellen. Koneen ulkoyksikkö asennetaan ulos pesuhuoneen taakse. On hyvä asentaa ulkoyksikkö muualle kuin oleskelutilojen läheisyyteen laitteen aiheuttaman melun vuoksi.

Ilmavesilämpöpumpun sisäyksikkönä toimii Niben älykkäällä ohjauksella varustettu VVM 310 (kuva 5). Sisäyksikössä on 270 litran puskurivaraaja, joka pitää lämmön tasaisena myös ulkoyksikön sulatuksen aikana. Lämmin käyttövesi valmistetaan ruostumattomassa lämmityskierukassa. Yksikköön on lisäksi sijoitettu 12 kW:n sähkövastus tukemaan lämpöpumppua kylmimmissä olosuhteissa. Laitteessa on valmiina shuntti- ja vaihtventtiilit ja kierroslukuohjatut matalaenergiakierovesipumput. Lisäksi VVM310:ssä on monipuoliset liitännäismahdollisuudet. Siihen on helppo kytkeä esimerkiksi aurinkolämpöjärjestelmä lisälämmönlähteeksi.



KUVA 5. VVM310 sisäyksikkö ja F2040-8 ulkoyksikkö (16)

Ulkoyksikkönä palvelee Niben F2040-8 (kuva 5). Lämmitystarpeen mukaan säätävä, pohjoisiin oloihin suunniteltu F2040:n invertterikompressorin tuottaa lämpöä aina -20 °C:n pakkasiin. Yhdessä sisäyksikkö ja ulkoyksikkö muodostavat energiatehokkaan lämmönjaon ja tuottavat lämpimän käyttöveden (16).

Ulkona olevat putket lämpöeristetään vähintään 19 mm:n solukumilla. Laitteessa on myös kondenssivesikouru, joka kerää ja johtaa pumppuun tiivistyvän veden. Vesi johdetaan lämmityskaapelilla varustetulla putkella viemäriin. Lämmityskaapelilla estetään putken jäätyminen.

Ilmavesilämpöpumppu on nykyaikainen vaihtoehto, kun halutaan energiatehokasta ratkaisua talon lämmitykseen. Asuntoa voidaan pitää pitkäaikaisena sijoituskohteena, joten myös jälleenviennin kannalta arvostetaan energiatehokasta lämmitysmuotoa.

### 3.4.1 Paisuntasäiliön mitoitus

Ilma-vesilämpöpumpulle ei ole määritetty kalvopaisuntasäiliötä, joten se mitoitetaan laskennallisesti. Aluksi lasketaan lämmitysjärjestelmän lattialämmityspotkien tilavuuden ja ilmavesilämpöpumpun sisätilavuuden avulla painotettu laajentumisprosentti. Lattialämmityspotkien laajentumisprosentiksi saadaan 0,61 ja ilmavesilämpöpumpun sisätilavuuden laajentumisprosentiksi 2,7 (17, s. 6). Veden painotettu laajentumisprosentti lasketaan kaavalla 6.

$$L_{\% \text{painotettu}} = \frac{V_{\text{läm}} \times L_{\% \text{läm}} + V_{\text{ilma}} \times L_{\% \text{ilma}}}{V_{\text{kok}}} \quad \text{KAAVA 6}$$

$L_{\% \text{painotettu}}$  = lämpölaajeneminen, %

$V_{\text{läm}}$  = lämmitysjärjestelmän tilavuus, 208 l

$L_{\% \text{läm}}$  = lämmitysjärjestelmän laajentumisprosentti, 0,61 % (20...40)

$V_{\text{ilma}}$  = ilmavesilämpöpumpun sisätilavuus, 270 l

$L_{\% \text{ilma}}$  = ilmavesilämpöpumpun sisätilavuuden laajentumisprosentti, 2,7 % (20... 70)

$$L_{\% \text{painotettu}} = \frac{208 \times 0,61 + 270 \times 2,7}{478} = 1,79 \%$$

Laajentumisprosentin avulla voidaan laskea verkoston nesteen lämpölaajenemistilavuus, joka riippuu nesteen lämpötilamuutoksesta ja nesteen ominaisuuksista. Tämä saadaan laskettua kaavalla 7.

$$\Delta V = \frac{L_{\%painotettu} \times V_{kok}}{100} \quad \text{KAAVA 7}$$

$\Delta V$  = nesteen lämpölaajenemistilavuus, l

100 = kerroin, jolla tehdään laatumuunnos

$$\Delta V = \frac{1,79 \times 478}{100} \approx 9 \text{ l}$$

Nesteen laajenemistilavuudeksi saadaan 9 litraa. Seuraavaksi voidaan laskea esipaine. Esipaine  $P_{EP}$  määräytyy verkoston korkeudesta ja pumpun nostokorkeudesta, ja se mitoitetaan kaavan 8 mukaan.

$$P_{EP} = H_v + \frac{1}{2}H_p + 0,1 \quad \text{KAAVA 8}$$

$P_{EP}$  = esipaine, bar

$H_v$  = verkoston korkeus, 0,35 bar

$H_p$  = pumpun nostokorkeus, 0,2 bar

0,1 = varmuuslisä, 0,1 bar

$$P_{EP} = 0,35 + 0,2 + 0,1 = 0,55 \text{ bar}$$

Esipaineeksi saadaan 0,55 bar. Säiliön esipaineen laskemisen jälkeen lasketaan paisuntasäiliön täyttöpaine  $P_{tp}$ . Arvioidaan, että täyttöpaineella säiliöön jäävän veden osuus on 10%. Täyttöpaine lasketaan kaavalla 9.

$$P_{TP} = \frac{P_{EP}}{1 - \frac{T\%}{100}}$$

KAAVA 9

$P_{TP}$  = täyttöpaine, bar

$T\%$  = täyttöpaineella säiliöön jäävän veden osuus, 10%

100 = kerroin, jolla laatumuunnos tehdään

$$P_{TP} = \frac{0,55}{1 - \frac{10}{100}} = 0,72 \text{ bar}$$

Säiliön täyttöpaineeksi saadaan 0,72 bar. Säiliö tulee asennettaessa täyttää hiljalleen, kunnes täyttöpaine on saavutettu. Säiliön tilavuutta laskettaessa esipaineeseen ja loppupaineeseen lisätään 1 bar (ilmanpaine), jotta paineet ovat absoluuttisia. Loppupaine  $P_{LP}$  määräytyy verkoston paineen kestävydestä ja se on yleensä 0,3–0,5 bar alle varoventtiilin avautumispaineen. Varoventtiilin avautumispaine on 3 bar, joten loppupaineena käytetään paisuntasäiliön nimellistilavuutta laskettaessa 2,5 bar:a. Säiliön tilavuus lasketaan kaavalla 10.

$$V_N = \frac{P_{LP} \times \Delta V}{P_{LP} \times \left(1 - \frac{T\%}{100}\right) - P_{EP}}$$

KAAVA 10

$V_N$  = paisuntasäiliön nimellistilavuus, l

$P_{LP}$  = loppupaine, 3,5 bar (2,5+1) bar

$P_{EP}$  = esipaine, 1,55 bar (0,55+1) bar

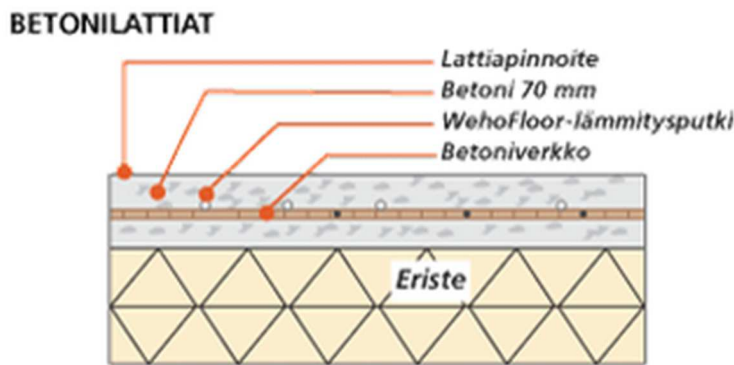
$$V_N = \frac{3,5 \times 9}{3,5 \times \left(1 - \frac{10}{100}\right) - 1,55} \approx 19 \text{ l}$$

Paisuntasäiliön nimellistilavuudeksi saadaan 19 litraa. Valitaan Reflexin 25 litran paisuntasäiliö, koska se on lähinnä oleva suurempi koko Reflexin paisuntasäiliöistä. Liian pieni paisuntasäiliö saa aikaan sen, että paine kasvaa järjestelmässä. Tämä ilmenee esimerkiksi varoventtiilin vuotoilla. Tämän vuoksi on parempi valita laskettua suurempi koko, jotta säiliö varmasti riittää.

### 3.4.2 Lattialämmitys

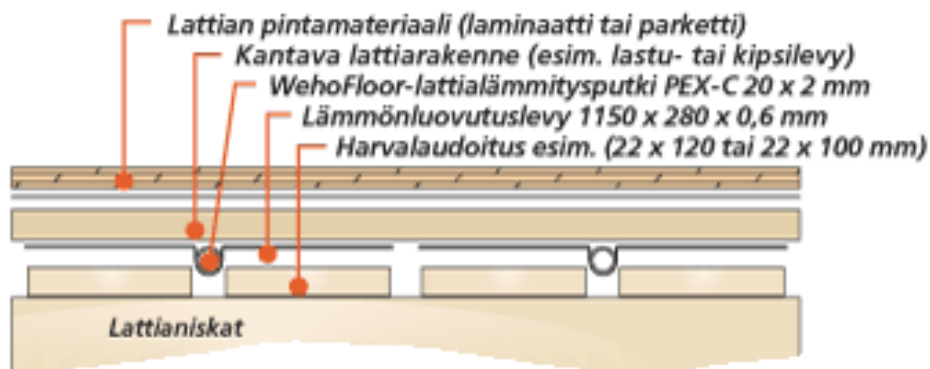
Taloon laskettiin huonekohtaiset lämmitystehon tarpeet CADS-ohjelmiston avulla ja niiden perusteella mitoitettiin lattialämmityspiirit sekä tasapainoitettiin lattialämmityksen jakotukit. Ohjelmalla mitoitettiin myös lattialämmityspiirien virtaamat, lämpötilahäviöt ja painehäviöt piiri- ja jakotukikohtaisesti. Lattialämmityspiirien esisäättöarvot saadaan laskettua ohjelmalla ja voidaan tulostaa suunnitelmaan. Järjestelmän asennuksen jälkeen asetetaan saadut arvot jakotukin venttiileille.

Huonekohtaisten tehontarpeiden laskennan jälkeen piirrettiin CADS-ohjelmistolla lattialämmityspotket huonetiloihin. Lähes poikkeuksetta huoneissa käytettiin asennusvälinä 150 mm:ä, jotta suuret tehon tarpeet saataisiin katettua. Kuitenkin pesutiloihin putket suunniteltiin 300 mm:n jaoilla, koska tehon tarpeet olivat matalammat. 150 mm:n ja 300 mm:n putkijaoilla putket on helppo asentaa lattiavalun valuverkkoon (kuva 6), koska harjateräksset ovat 150 mm:n etäisyydellä toisistaan lattiavaluverkoissa. Lattialämmityspotket kierrätetään ensin kylmien seinien ja ikkunoiden alta, koska lämpöä tarvitaan eniten niiden läheisyydessä. Putket suunniteltiin spiraali-muotoon, jolloin meno- ja paluuvesi virtaavat rinnakkain. Tällä putkitusmuodolla lattian pintalämpötila saadaan mahdollisimman tasaiseksi. Lattialämmityspotket asennetaan alakertaan kuvan 6 mukaan.



KUVA 6. Alakerran lattian rakenne lattialämmityspotkien kanssa (18)

Yläkerta on kahdessa eri tasossa, joissa on omat jakotukit. Yläkertaan putkipiirit asennetaan lämmönluovutuslevyjä apuna käyttäen (kuva 7). Lämmönluovutuslevyt tehostavat lämmön johtumista lattiapintaan ja tasaavat lämpöä putkien välisillä alueilla (19). Lattialämmityspotket asennetaan yläkertaan kuvan 7 mukaan.



KUVA 7. Yläkerran lattian rakenne lämmitysputkien kanssa (19)

Lattialämmityksen menoveden lämpötila on mitoitettu 38 °C:seen. Menoveden lämpötila joudutaan mitoittamaan suhteellisen korkeaksi suurten huonekohtaisten tehon tarpeiden vuoksi, jonka lisäksi omistaja haluaa parkettilattian oleskelutiloihin. Parkettilattian lämmönjohtavuus on huomattavasti heikompi, kuin esimerkiksi muovimatolla. Alakerran pesutilat eivät tarvitsisi läheskään näin suurta menoveden lämpötilaa, mutta jakotukille ei voi syöttää eri lämpötiloja putkilähtöihin. Ilma-vesilämpöpumpun lämpökertoimen kannalta on parempi, mitä alhaisemmaksi menoveden lämpötila pystytään laskemaan.

### 3.5 Ilmanvaihtojärjestelmä

Ilmanvaihtojärjestelmä on rakennettava ja suunniteltava rakennuksen suunnitellun käytön ja käyttötarkoituksen perusteella siten, että se luo edellytykset tavanomaisissa käyttötilanteissa ja sääoloissa turvalliselle, terveelliselle ja viihtyisälle sisäilmastolle. (20, s. 7) Ilmanvaihdon suunnittelu aloitettiin ilmanvaihdon tarpeen laskennalla. Talon minimi-ilmanvaihto saadaan laskettua kaavalla 10.

$$\text{Asunnon minimi ilmanvaihtuvuus} = \text{Asunnon ilmatilavuus } m^3 \times 0,5 \frac{1}{h} = \frac{m^3}{h}$$

KAAVA 11

Minimi-ilmanvaihdon mitoituksen perusteella puolet asunnon ilmamäärästä tulee vaihtua tunnin aikana, kuten Suomen RakMk:n osa D2 suosittelee. Nykyään kuitenkin suositellaan nostamaan

ilmanvaihtokerroin 0,6–1,0 1/h. Pieniin asuntoihin voidaan ilmanvaihtokerroin asettaa lähelle 1,0 ja suurempiin 0,6 (21, s.39).

Makuu- ja oleskelutiloihin sijoitetaan tuloilmaventtiilit. Venttiilit tuovat uutta puhdasta ilmanvaihtokoneessa käsiteltyä tuloilmaa näihin huonetiloihin. Poistoilmaventtiilit sijoitetaan pesu-, sauna-, kodinhoito-, vaatehuone-, keittiö- ja WC-tiloihin. Poistoilmaventtiilien tehtävä on ilman vaihtamisen ohella kosteuden ja hajujen poistaminen. Tulo- ja poistoilmaventtiilien oikein sijoittaminen on tärkeää, jotta ilmanvaihto toimii vedottomasti.



### 3.5.1 Ilmamäärät

Ilmavirrat mitoitettiin huonekohtaisten minimi-ilmavirtojen perusteella. Ilmavirtojen minimiarvot asunnon puolelle koneelliselle ilmanvaihdolle on saatu Suomen RakMk:n osan D2 taulukkoarvojen mukaan (20, s. 21). Poistoilmavirrat mitoitettiin vähän suuremmiksi tuloilmavirtaan nähden, jotta talo saataisiin alipaineiseksi. Alipaineen avulla taataan, ettei kosteus tunkeudu kattoon ja seiniin eikä näin ollen aiheuta kosteusvaurioita (22, s. 364). Luonnokseen mitoitettut ilmavirrat nähdään taulukosta 1.

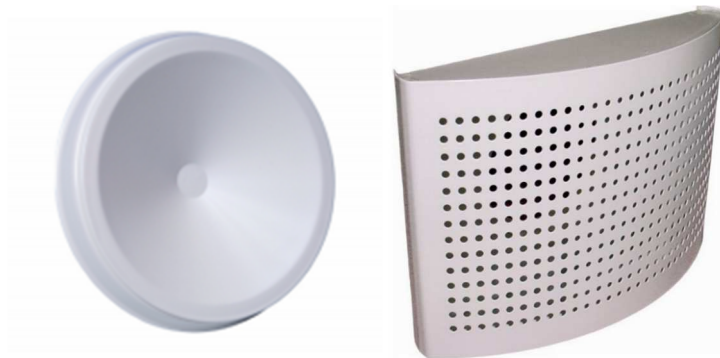
TAULUKKO 1. Ilmanvaihdon huonekohtaiset ilmamäärät

Huone:	Tuloilma	Poistoilma
	l/s	l/s
MH1	12	
MH2	12	
MH3	13	
MH4	8	
OH	12	
TAKKAH	12	
S	12	-12
KH		-15
PH		-15
KYLPYH		-15
WC1		-10
WC2		-10
K		-8
RUOKASALI	12	
ETEINEN		
TK		
AULA 2.krs		
VH1		-5
VH2		-5
VH3		-5
yhteensä	93	-100

### 3.5.2 Päätelaitteiden valinta

Ilmanvaihdon päätelaitteiksi valittiin Fläkt Woodsin venttiilit. Tuloilmaventtiileinä käytettiin KTS- ja STQA-venttiilimalleja (kuva 8). KTS venttiiliä käytettiin huoneissa, joihin päätelaite oli sijoitettu huoneen kattoon. STQA-venttiilit valittiin huoneisiin, joihin ilma puhalletaan huoneen seinästä oleskelutilaan. Poistoilmaventtiileinä käytettiin ainoastaan KSO-venttiilimallia (kuva 9).

KSO- ja KTS-venttiileissä ilmavirtaa säädetään kiertämällä lautasta. STQA-venttiin ilmavirtaa muutetaan hieman erityyppisesti. Kyseisen malliin ilmavirtaa saadaan muutettua peittämällä päätelaitteen reikiä joko magneetti- tai tarranauhalla.



KUVA 8. KTS- ja STQA-tuloilmaventtiilit (23; 24)

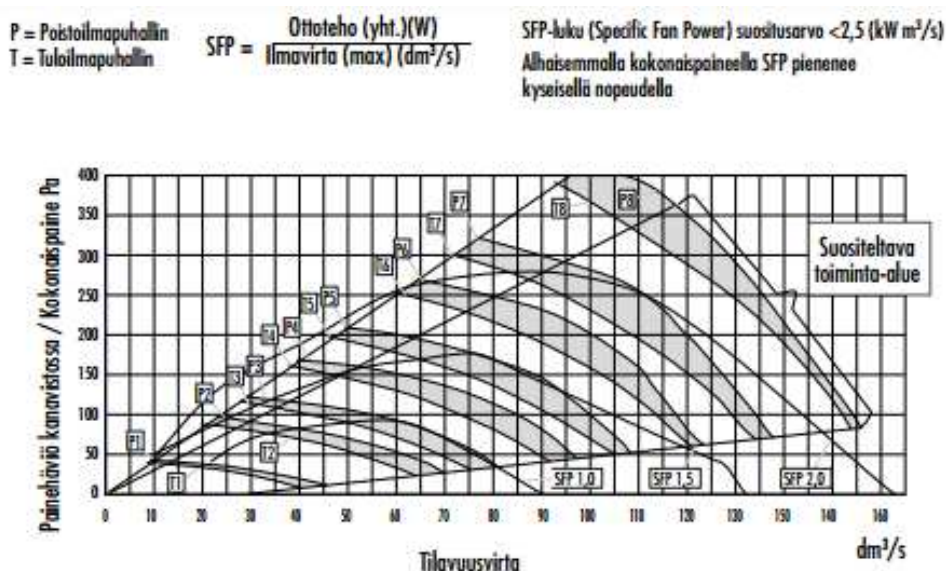


KUVA 9. KSO-poistoilmaventtiili (25)

### 3.5.3 Ilmanvaihtokoneen valinta

Oikean tyyppisen ilmanvaihtokoneen valinta on tärkeää. Lämmöntalteenottokennon vuosihyötysuhteen on oltava hyvä. Lisäksi ilmanvaihdon energiataloudellisuutta kuvastavan SFP-luvun tulee olla määräysten mukainen. On myös huomioitava, että ilmanvaihtokoneen nopeudet ovat säädettävissä molempiin suuntiin. Koneen käydessä pienemmällä nopeudella, laitteiston ääni on alhainen ja siten parantaa asuinmukavuutta.

Valloxin kotisivuilta löytyi asunnon tarpeisiin kaksi vaihtoehtoa: Vallox 150 effect SE ja Vallox 145 SE. Jälkimmäiseen vaihtoehtoon päädyttiin, koska sen SFP-luku on parempi halutuilla ilmavirroilla ja se on käyttäjäystävällisempi asukkaille hiljaisemman käyntiään vuoksi. SFP-luku jää alle 1,5 kW/m<sup>3</sup>/s, kun mallissa 150 effect SE se olisi ollut noin 1,8 kW/m<sup>3</sup>/s. Koneessa on hyvin säätövaraa, ja se sisältää myös tehokkaan vastavirtaisen lämmöntalteenottokennon. Kennon vuosihyötysuhteeksi saadaan tuotesertifikaatin mukaan 75 % (liite 2) asuntoon suunnitelluilla ilmavirroilla. Koneessa on 8:n nopeutta. Suunnitellut ilmavirrat, poistoilma 100 l/s ja tuloilma 93 l/s, saavutetaan nopeudella 5 (kuva 10).



KUVA 10. Vallox 145 SE-puhallintehokäyrästä (26)

Koneessa on sähköiset 900 W:n etu- ja 1500 W:n jälkilämmityspatterit. Sähköiset lämmityspatterit ovat sekä hankintahinnaltaan että asennuskustannuksiltaan vesikiertoisia jälkilämmityspattereita

edullisempia. Sähkövastuksen etuna on toimintavarmuus. Pientaloissa ja pienehköillä tehoilla ja ilmamäärillä sähköpatteri on hyvä ratkaisu. Nyrkkisääntönä voidaan arvioida, että alle 200 l/s mitoitettut laitteet kannattaa toteuttaa sähköpattereilla ja sitä suuremmissa voidaan harkita vesikiertoisen patterin kannattavuutta (21, s. 53).

#### 3.5.4 Kanaviston suunnittelu

Kohteen mansardikatto loi omat vaikeutensa ilmanvaihtokanavien suunnitteluun varsinkin yläkerrassa (kuva 11). Talon sisäpuolella huonetilat ovat mansardikaton mallisia, mikä vaikeuttaa kanaviston sijoitusta yläkerrassa. Lisäksi vanhan puolen ja uuden puolen harja sekä välipohjan niskat kulkevat poikittaisiin toisiinsa nähden. Talossa ei myöskään ollut alaslaskettua kattoa yhdessäkään huoneessa, joten haasteita riitti suunnitteluun.



KUVA 11. Mansardikattorakenne (27)

Alakerran vanhalla puolella kanavat koteloitiin, koska huonekorkeus oli vajaan metrin korkeampi kuin uudella puolella ja välipohjan niskojen suunta oli poikittainen kanavareittiin nähden. Yläkerran ja alakerran uuden osan venttiileille ilmanvaihtokanavat tuotiin pääsääntöisesti välipohjassa. Välipohjasta kanava nostettiin pystysuoraan väliseinien sisällä yläkerran päätelaitteille.

Nykyisin käytettävissä on useita ominaisuuksiltaan erilaisia IV-kanavajärjestelmiä. Tähän kohteeseen vaihtoehtoina harkittiin Uponorin muovikanavia (kuva12) ja Valloxin BlueSky-ilmanjakojärjestelmää. Talon luonnospiirustuksiin valittiin muovikanavat, koska ne ovat rakenteeltaan hiljaiset, tiiviit ja sopivat allergikoille. Kanavien sisäpinta on sileä ja antistaattista materiaalia, jolloin se ei kerää pölyä eikä likaa. Sileä sisäpinta on helppo puhdistaa, sillä kanavistossa ei ole epäpuhtauksia kerryttäviä poimuja tai koloja. BlueSky-järjestelmä on vielä niin uusi ilmanjakotapa, ettei siitä ole paljonkaan käyttökokemuksia.



KUVA 12. Uponorin muovikanavat (28)

## 4 YHTEENVETO

Työnä oli tehdä luonnokset peruskorjattavan omakotitalon kaikista LVI-järjestelmistä sekä vertaila vaihtoehtoisia lämmitysmuotoja. Lämmitysmuodoksi suunnitelmaan valittiin ilma-vesilämpöpumppu, jolla saadaan huomattavat säästöt pitkällä aikavälillä. Lämmönjako taloon toteutettiin vesikiertoisella lattialämmityksellä. Lattialämmitys toimii hyvin ilma-vesilämpöpumpun kanssa matalan menoveden lämpötilan ansiosta.

LVI-järjestelmien suunnitteleminen oli paikoitellen haasteellista, koska talossa ei ollut alaslasketua kattoa, jonne LVI-tuotteet olisi ollut helppo suunnitella näkymättömiin. Ilmastointikanavien toteutus luonnostellulla tavalla aiheuttaa esimerkiksi näkyvää haittaa talon alakertaan koteloinnin vuoksi. Koska erillistä lämmönjakohuonetta ei ollut, LVI-järjestelmät sijoitettiin kodinhoitohuoneeseen. Se ei ole ideaali vaihtoehto huoneen ulkonäön ja mahdollisten putkivuotojen vuoksi. Viemärien- ja käyttövesiputkien suunnittelussa ei ollut vaikeuksia, mutta radonputkiston suunnitteleminen oli uutta ja siten myös mielenkiintoista työssä. Radonputkiston suunnittelussa ei esiinny ongelmia, kun seuraa tarkasti RT-ohjekortin 81-11099 ohjeita.

Lämmitysmuotona kaukolämmitys olisi ollut hyvä ja toimintavarma vaihtoehto, koska sen lämmönjakokeskus olisi sopinut pieneen tilaan ja se olisi helppo huoltaa. Lisäksi tilaajan ei tarvitsisi huolehtia lämpimän käyttöveden riittävydestä. Petäjäkujalla ei ollut omaa kaukolämpöputkea, joten hankintahinta paisui kohtuuttoman korkeaksi ja olisi ollut vaikeasti toteutettavissa. Tämän vuoksi päädyttiin ilma-vesilämpöpumpun valintaan.

## LÄHTEET

1. Lämmitysjärjestelmät. Syksy 2004. Kodin Rakennustieto. Saatavissa:  
<https://www.rakennustieto.fi/material/attachments/5eKifMc2l/5fYqXZzqx/Files/CurrentFile/Lammitysjarjestelmat.pdf>. Hakupäivä 2.3.2015
2. Lämmin käyttövesi. Motiva Oy. Saatavissa:  
[http://www.motiva.fi/julkinen\\_sektori/energian kayton\\_tehostaminen/kiinteistojen\\_energianhallinta/kulutuksen\\_normitus/laskukaavat\\_lammin\\_kayttovesi](http://www.motiva.fi/julkinen_sektori/energian kayton_tehostaminen/kiinteistojen_energianhallinta/kulutuksen_normitus/laskukaavat_lammin_kayttovesi). Hakupäivä 5.3.2015
3. Lämpöä kotiin. 2015. Oulun energia. Saatavissa: <https://www.ouluenergia.fi/tuotteet-ja-palvelut/lampoa-kotiin>. Hakupäivä: 19.3.2015
4. Kaukolämmön hinta. 2015. Energiateollisuus RY. Saatavissa:  
[http://energia.fi/sites/default/files/hinta\\_010115\\_0.pdf](http://energia.fi/sites/default/files/hinta_010115_0.pdf). Hakupäivä: 19.3.2015
5. Lämmitysjärjestelmän valinta. 2011. Motiva Oy. Saatavissa:  
[http://www.motiva.fi/rakentaminen/lammitysjarjestelman\\_valinta/eri\\_lammitysmuodot/maalampopumppu](http://www.motiva.fi/rakentaminen/lammitysjarjestelman_valinta/eri_lammitysmuodot/maalampopumppu). Hakupäivä 24.3.2015
6. Lämmitysjärjestelmän valinta. 2013. Motiva Oy. Saatavissa:  
[http://www.motiva.fi/rakentaminen/lammitysjarjestelman\\_valinta/eri\\_lammitysmuodot/poistoilmalampopumppu](http://www.motiva.fi/rakentaminen/lammitysjarjestelman_valinta/eri_lammitysmuodot/poistoilmalampopumppu). Hakupäivä 24.3.2015
7. D5 (2012). 2013. Rakennusten energiankulutuksen ja lämmitystehontarpeen laskenta. Ohjeet 2012. D5 Suomen rakentamismääräyskokoelma. Helsinki: Ympäristöministeriö, Rakennetun ympäristön osasto. Saatavissa: <http://www.ym.fi/rakentamismaaraykset>. Hakupäivä 1.3.2015
8. Lämmitysjärjestelmän valinta. 2014. Motiva Oy. Saatavissa:  
[http://www.motiva.fi/rakentaminen/lammitysjarjestelman\\_valinta/eri\\_lammitysmuodot/ilma-vesilampopumppu\\_uvlp](http://www.motiva.fi/rakentaminen/lammitysjarjestelman_valinta/eri_lammitysmuodot/ilma-vesilampopumppu_uvlp). Hakupäivä 24.3.2015

9. Rakennusten vesijohdot ja viemärit. 1987. Helsinki: Suomen kunnallisteknillinen yhdistys
10. Määttä, Jukka 1993. Käyttöveden lämmityksen suunnittelu ja mitoitus. Espoo: Valtion teknillinen tutkimuskeskus.
11. Huipputuotteet 2015. Saatavissa: <http://www.huipputuotteet.fi>. Hakupäivä 26.3.2015
12. RT 81-11099. 2012. Radonin torjunta. Rakennustieto Oy. Saatavissa: <https://www-rakennustieto-fi.ezp.oamk.fi:2047/kortistot/tuotteet/105169/11099.pdf>. Hakupäivä 24.4.2015
13. Radonputkisto. 2014. Säteilyturvakeskus. Saatavissa: [http://www.stuk.fi/sateily-ymparistossa/radon/uudisrakentaminen/fi\\_FI/radonputkisto/](http://www.stuk.fi/sateily-ymparistossa/radon/uudisrakentaminen/fi_FI/radonputkisto/). Hakupäivä: 10.3.2015
14. Suomen radonkartta. 2013. Säteilyturvakeskus. Saatavissa: [http://www.stuk.fi/sateily-ymparistossa/radon/kartat/fi\\_FI/radon-koko-suomi/](http://www.stuk.fi/sateily-ymparistossa/radon/kartat/fi_FI/radon-koko-suomi/). Hakupäivä: 10.3.2015
15. Radonputkiston asentaminen. 2014. Säteilyturvakeskus. Saatavissa: [http://www.stuk.fi/sateily-ymparistossa/radon/uudisrakentaminen/fi\\_FI/radonputkisto/](http://www.stuk.fi/sateily-ymparistossa/radon/uudisrakentaminen/fi_FI/radonputkisto/). Hakupäivä: 10.3.2015
16. NIBE™ F2040 + VVM310. NIBE Energy Systems Oy. Saatavissa: <http://www.nibe.fi/Tuotteet/Ilmavesilampopumput/Tuotevalikoima/NIBE-F2040-jarjestelmat/NIBE-F2040--VVM-310/>. Hakupäivä 5.4.2015
17. Mitoitustaulukot. 2002–2003. Reflex. Saatavissa: <http://files.arterm.fi/Bio/Muut/reflex%20N%20KALVOPAISUNTA-ASTIA.pdf>. Hakupäivä 25.4.2015
18. Lattialämmitys betonirakenteessa. Wehofloor. Saatavissa: [http://www.wehopex.fi/Fi/WehoFloor-lattialammitys/Tekniset\\_tiedot/Lattiarakenteet/Betonilattia](http://www.wehopex.fi/Fi/WehoFloor-lattialammitys/Tekniset_tiedot/Lattiarakenteet/Betonilattia). Hakupäivä: 3.4.2015



19. Lattialämmitys puurakenteessa. Wehofloor. Saatavissa: [http://www.wehopex.fi/Fi/WehoFloor-lattialammitus/Tekniset\\_tiedot/Lattiarakenteet/Puurakenteinen\\_lattia](http://www.wehopex.fi/Fi/WehoFloor-lattialammitus/Tekniset_tiedot/Lattiarakenteet/Puurakenteinen_lattia). Hakupäivä: 3.4.2015

20. D2 (2012). 2011. Rakennusten sisäilmasto ja ilmanvaihto. Määräykset ja ohjeet 2012. D2 Suomen suomen rakentamismääräyskokoelma. Helsinki: Ympäristöministeriö, Rakennetun ympäristön osasto. Saatavissa: [http://www.finlex.fi/data/normit/37187-D2-2012\\_Suomi.pdf](http://www.finlex.fi/data/normit/37187-D2-2012_Suomi.pdf). Hakupäivä 1.3.2015

21. Ilmanvaihdon teoriaa & käytännön tietoa. 2014. Ensto Enervent Oy: Suunnitteluohje.

22. Hemgren, Per - Wannfors Henrik 2012. Uusi pientalon käsikirja. Helsinki: Tammi.

23. KTS-tuloimaventtiilit. Tekninen esite. Fläkt woods Oy. Saatavissa: <http://www.flaktwoods.fi/184/0/3/c3f5da0d-9ac9-41fe-82eb-0db902e0d049>. Hakupäivä 7.3.2015

24. STQA-125-ON-tuloilmahajotin. 2012–2013. Hanakat verkkokauppa. Saatavissa: <http://www.hanakatverkkokauppa.fi/Online-STQA-125-ON-tuloilmahajotin>. Hakupäivä 10.3.2015

25. KSO-poistoilmaventtiilit. Tekninen esite. Fläkt Woods Oy. Saatavissa: <http://www.flaktwoods.fi/44728edc-d034-4c5f-aedd-3fbc3698250e>. Hakupäivä 7.3.2015

26. Vallox 145 Se VLK –ilmanvaihtokoneen tekninen esite. Saatavissa: [http://www.vallox.com/tiedostot/4/documents/Ohjeistot\\_FI/KHT%20SF/KHT145se\\_sf\\_130613.pdf](http://www.vallox.com/tiedostot/4/documents/Ohjeistot_FI/KHT%20SF/KHT145se_sf_130613.pdf). Hakupäivä: 1.3.2015.

27. Rakentamisen ilmoitukset. 2010-2015. Nettirakentajat Oy. Saatavissa: <http://www.talovertailu.fi/talomallit/basso-kivitalot/bergen-185/1659>. Hakupäivä: 14.4.2015

28. Muovikanava Uponor . 2013-2015. Suomen talotuote Oy. Saatavissa: <http://www.talotuote.fi/MUOVIKANAVA-UPONOR-125-MM>. Hakupäivä: 5.4.2015

**Asemapiirros**

1.kerros, viemärit ja vesijohdot

2.kerros, viemärit ja vesijohdot

1.kerros, lattialämmityspiirit

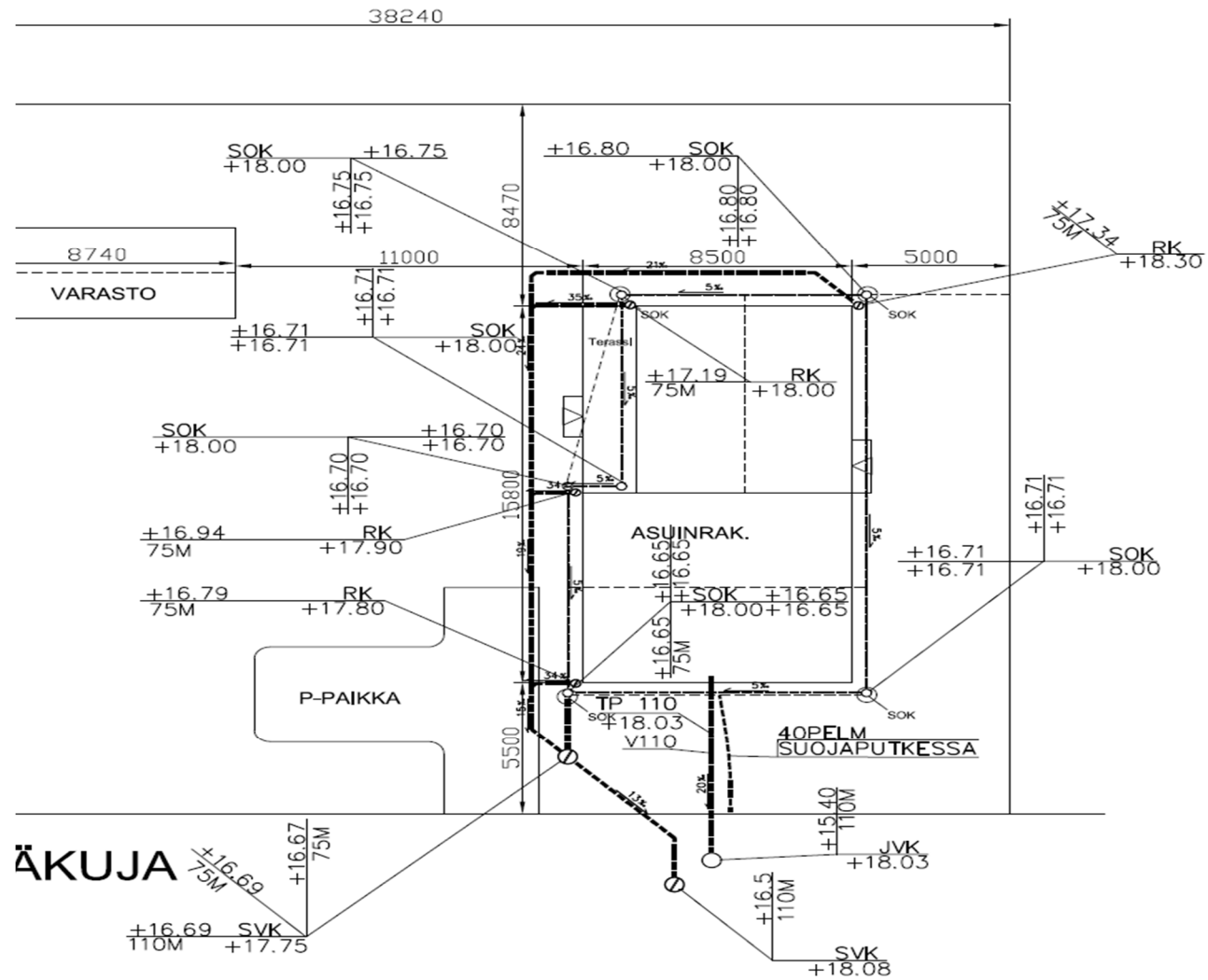
2.kerros, lattialämmityspiirit

1.kerros, radonputkisto

2.kerros, radonputkisto

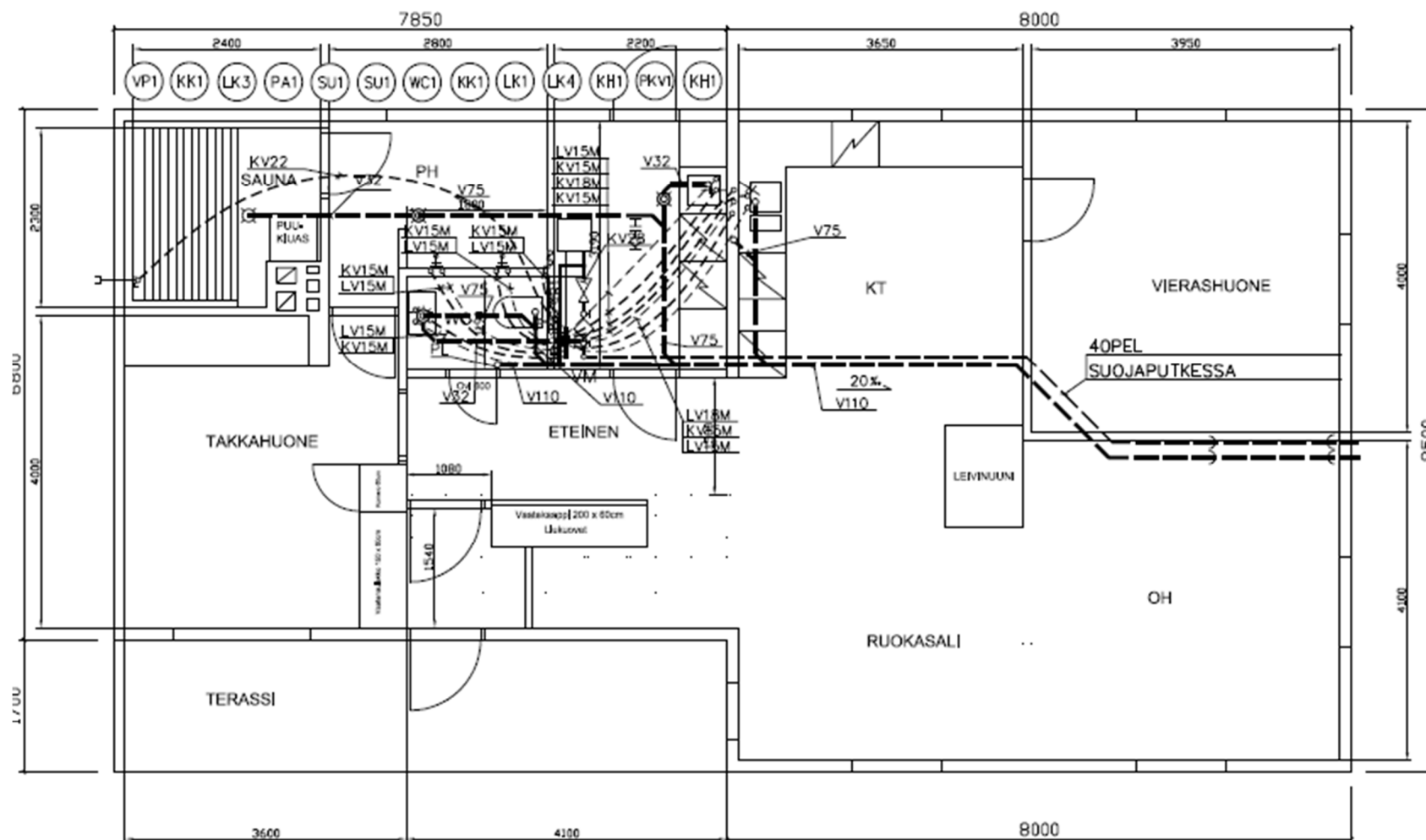
1.kerros, ilmanvaihto

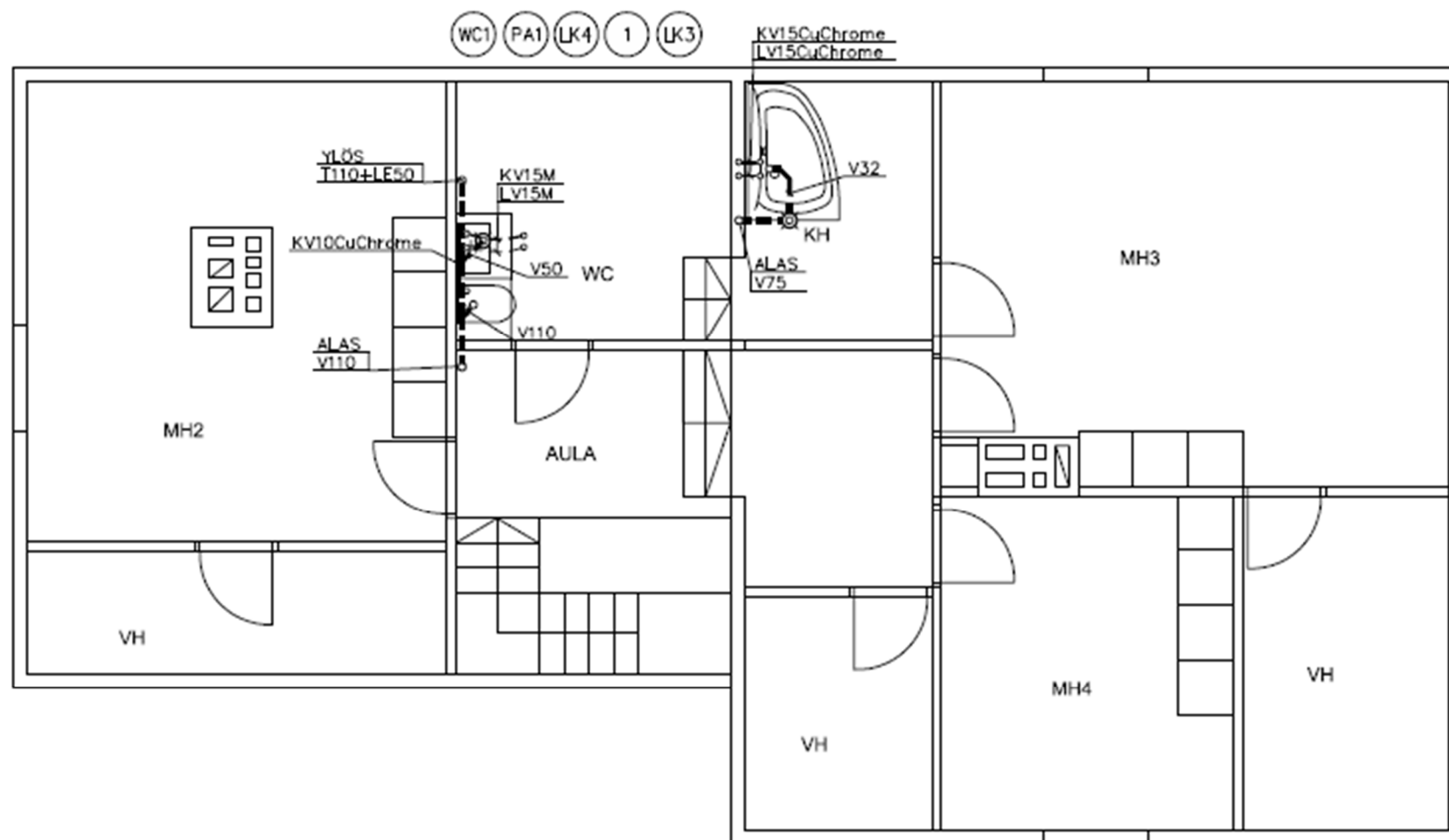
2.kerros, ilmanvaihto



# 1.KERROS, VIEMÄRIT JA VESIJOHDOT

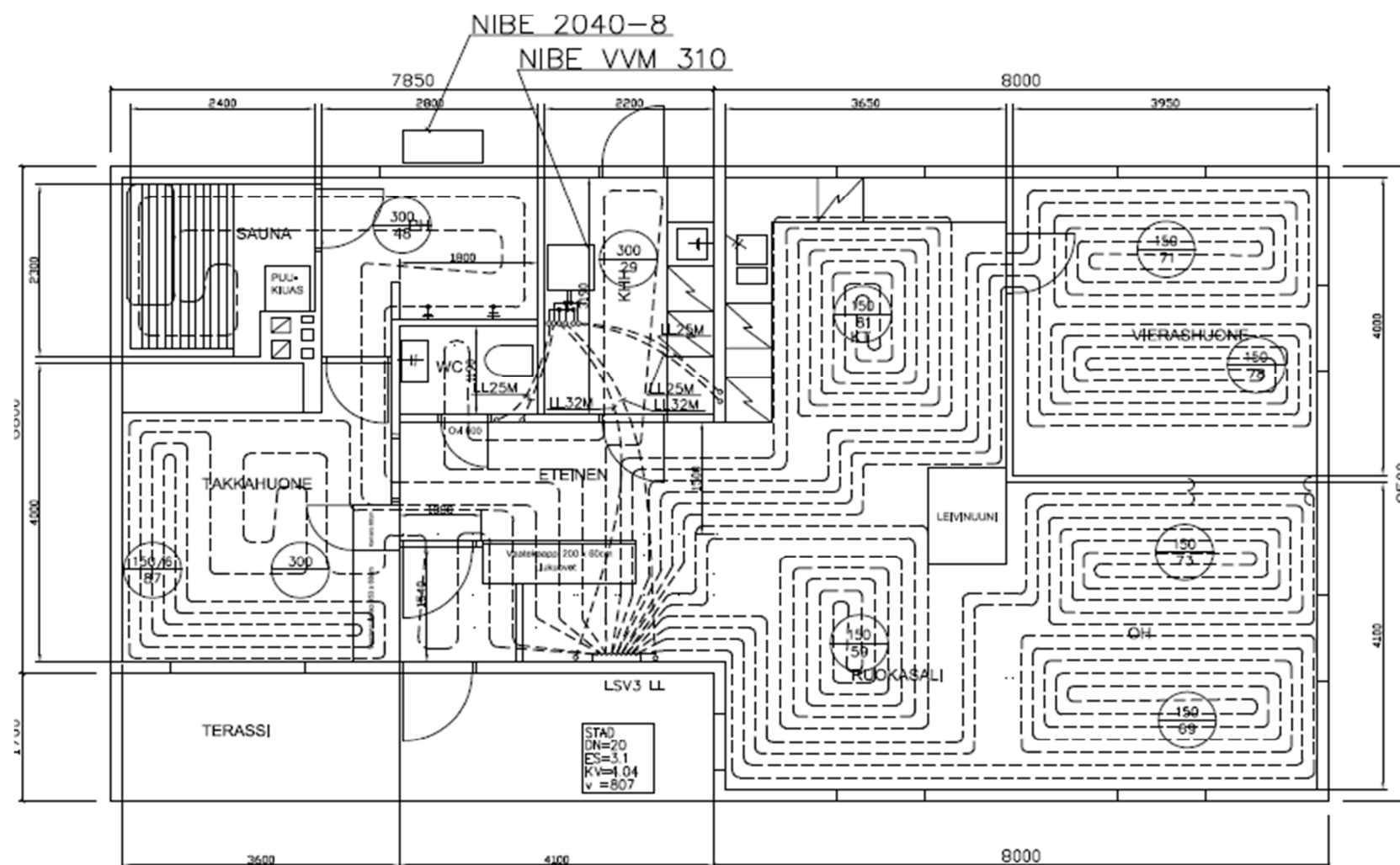
LIITE 1/2

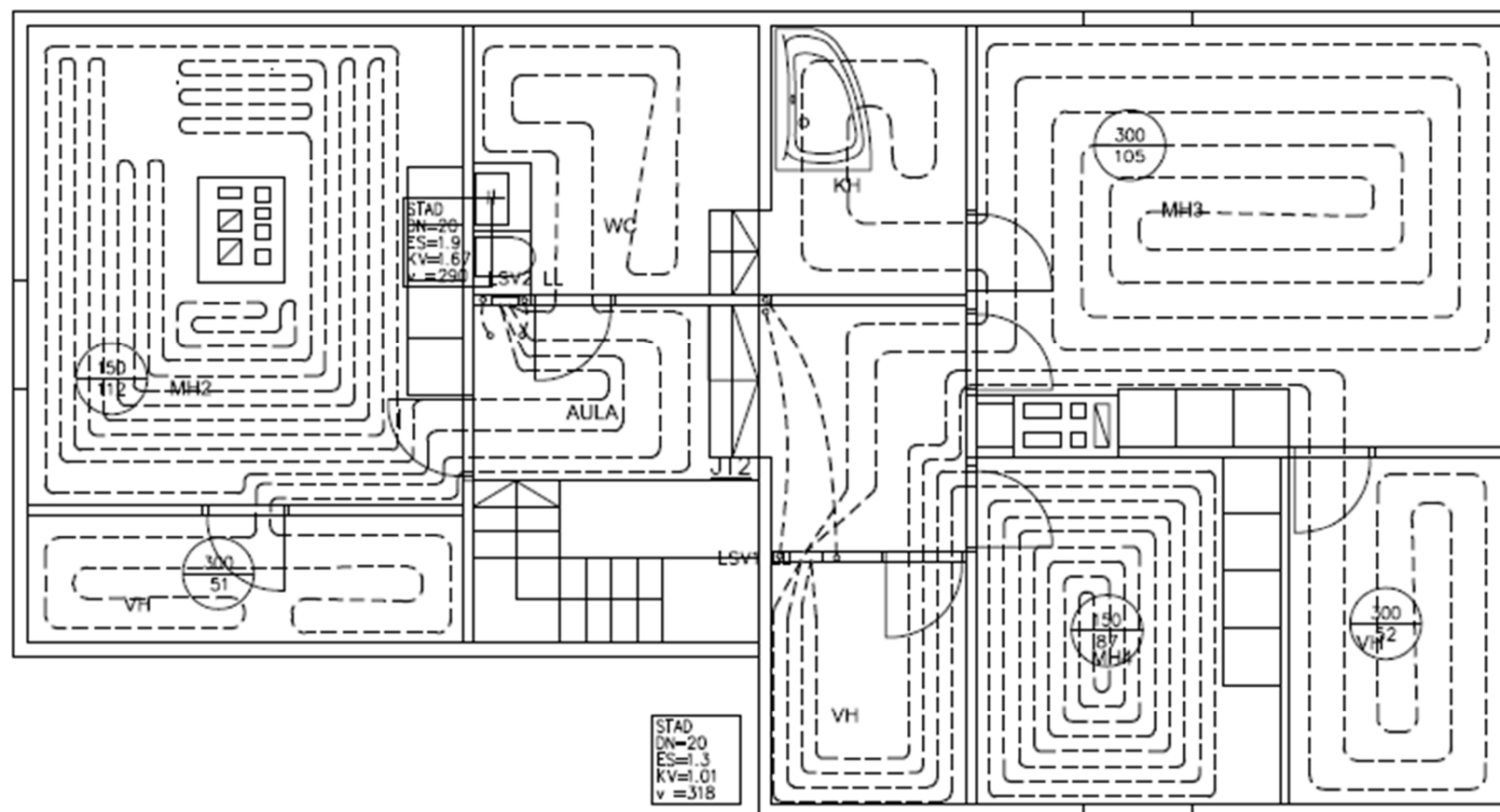




1.KERROS, LATTIALÄMMITYSPIIRIT

LIITE 1/4

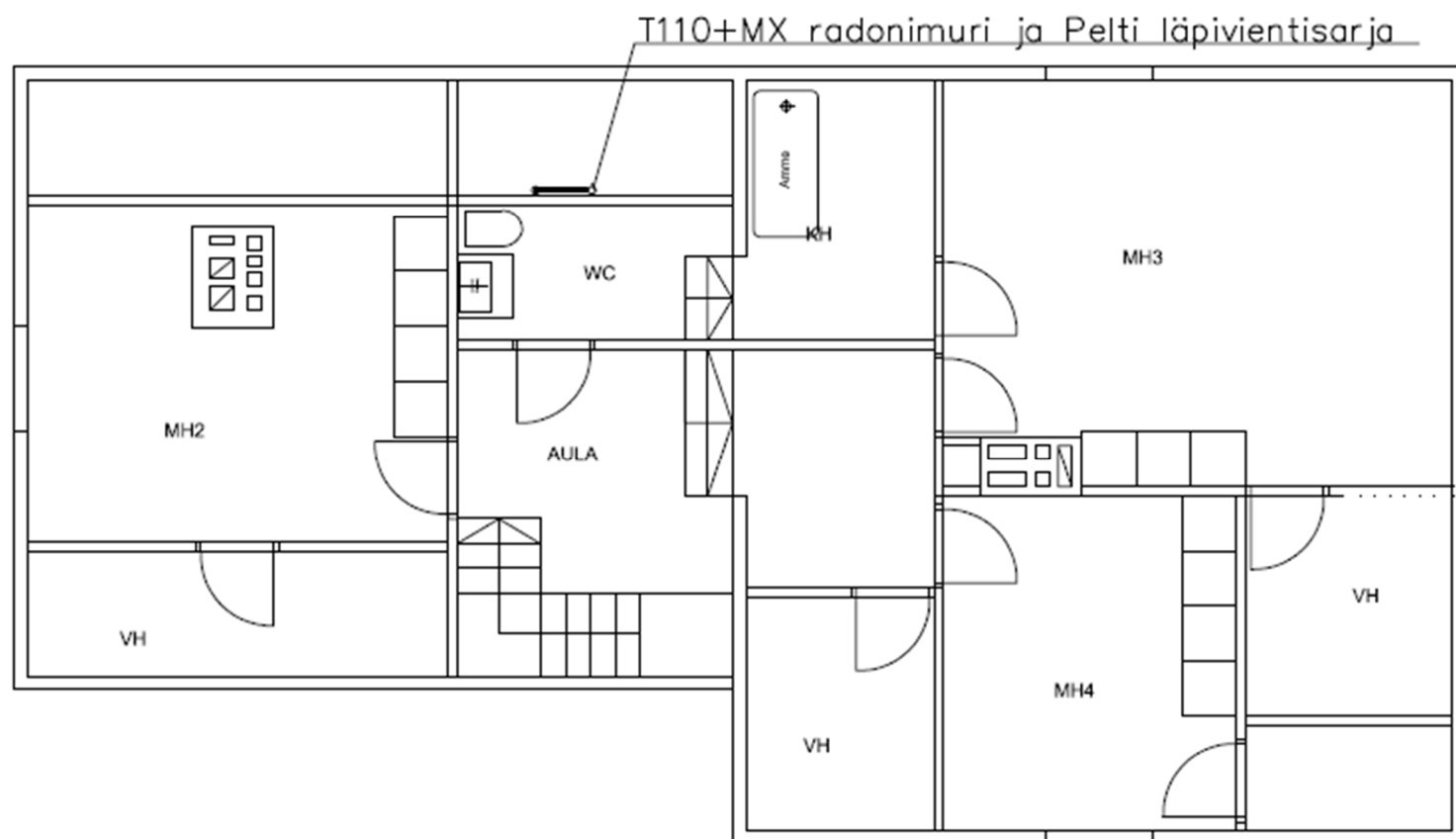


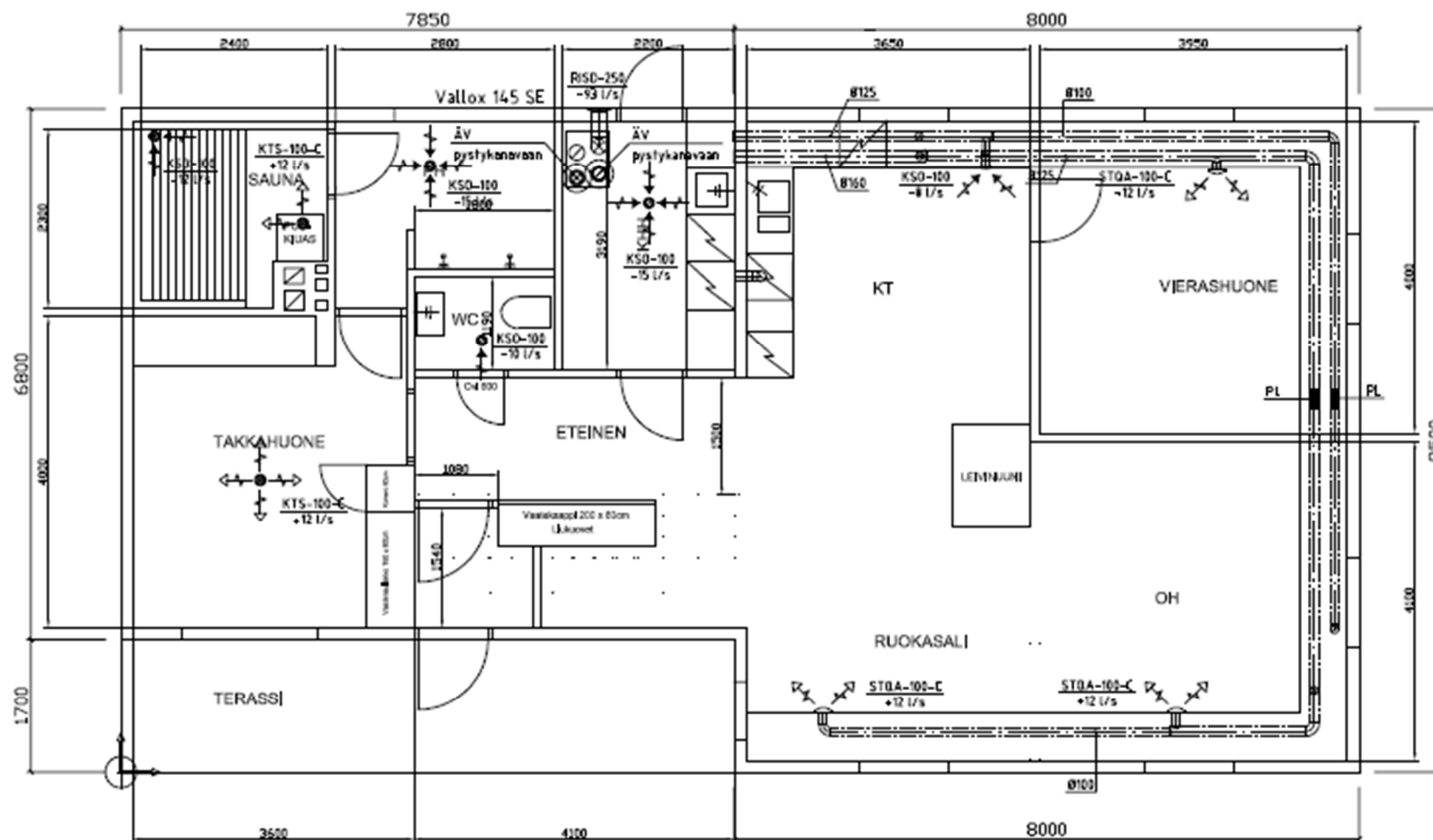


## LIITE 1/6

[illegible]

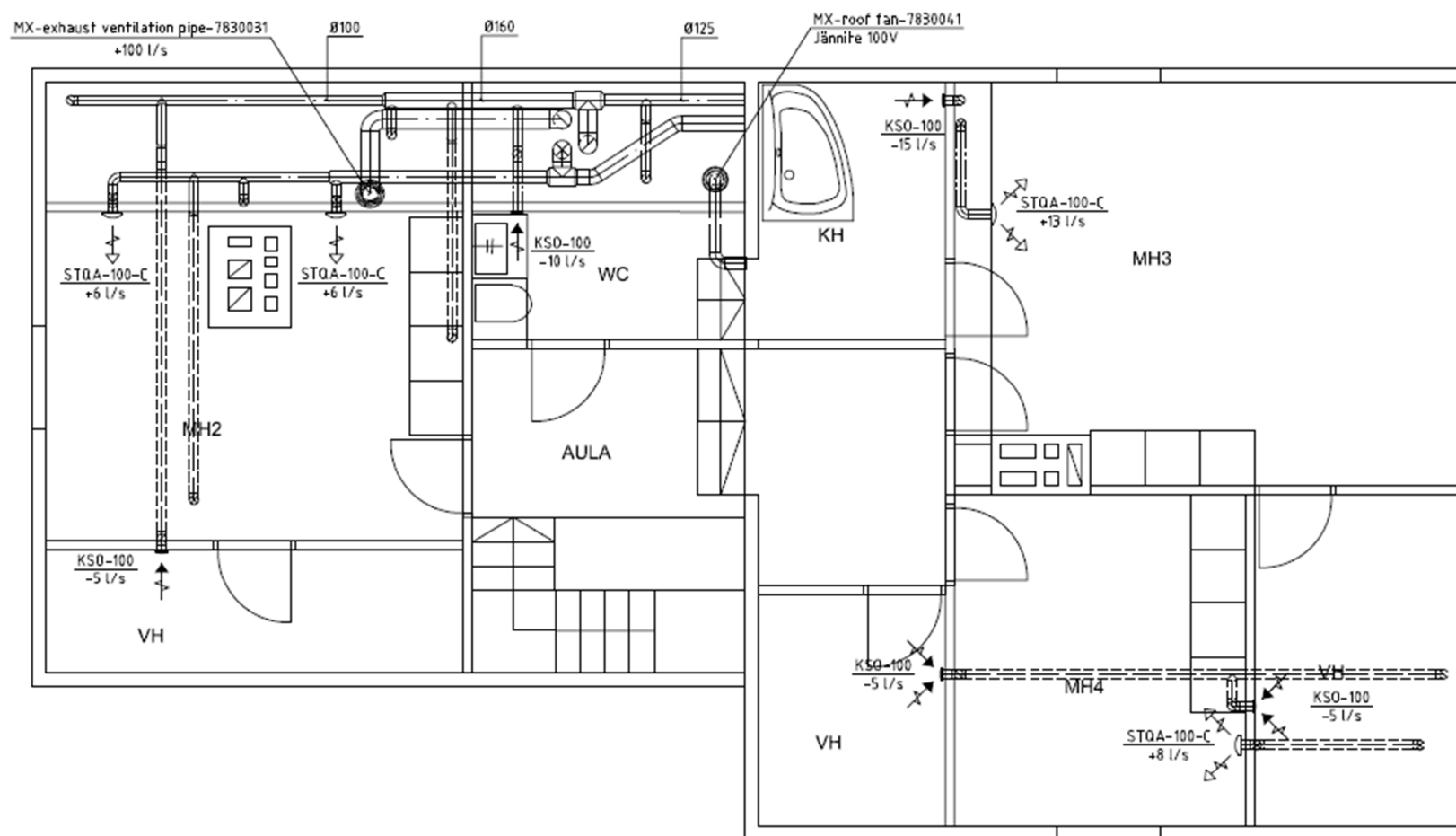






## 2.KERROS,ILMANVAIHTO

LIITE 1/9



KATTOLÄPIVIENNEILLE MX-LÄPIVIENTISSARJA  
MUOTOPELTIKATOLLE



# TUOTESERTIFIKAATTI

Sertifikaatti Nro VTT-C-10046-13  
1 (2)

## Vallox Oy

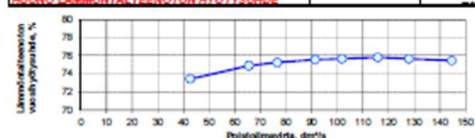
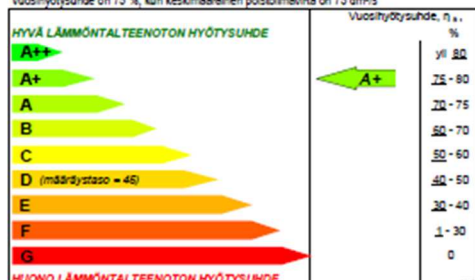
valmistaa

### ilmanvaihtokoneita Vallox 145 SE

Vallox 145 SE on tarkoitettu käytettäväksi asunnon ilmanvaihtokoneena ja sen lämmöntalteenoton hyötysuhde ja ominaislämpöteho sekä lämpö-, virtaus- ja äänitekniset ominaisuudet on määritetty sertifiointiperusteiden VTT SERT R018-04: *Asunnon ilmanvaihtokone* mukaisesti. Yhteenveto ilmanvaihtokoneen lasketusta energiatehokkuudesta Etelä-Suomen sääoloissa on esitetty seuraavassa:

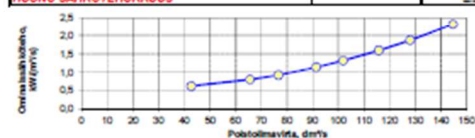
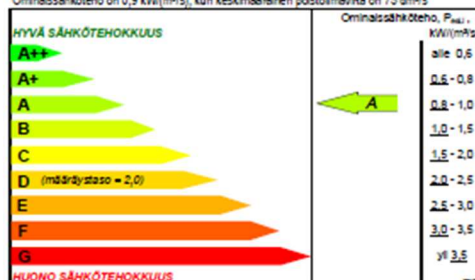
#### POISTOILMAN LÄMMÖNTALTEENOTON VUOSIHYÖTYSUHDE, $\eta_{s,l}$

Vuosihyötysuhde on 75 %, kun keskimääräinen poistolämpö on 75 dm<sup>3</sup>/s



#### ILMANVAIHTOKONEEN OMINAISLÄMPÖTEHO, $P_{saj}$

Ominaislämpöteho on 0,9 kW/(m³/s), kun keskimääräinen poistolämpö on 75 dm<sup>3</sup>/s



Ilmanvaihtokone täyttää sivulla 2 esitetyt vaatimukset. Ilmanvaihtokoneen tuotetiedot, energiatehokkuuden laskennan lähtötiedot ja tulokset on esitetty sertifikaatin liitteessä.

Tämä sertifikaatti on voimassa 26.6.2018 saakka sillä edellytyksellä, että tuotteessa ei tapahdu oleellisia muutoksia ja että valmistajalla on voimassa oleva laadunvalvontasopimus VTT Expert Services Oy:n kanssa. Sertifikaatin voimassaolon voi tarkistaa VTT Expert Services Oy:stä tai Internet-osoitteesta <http://www.vttexpertservices.fi/certifications/>. Muut ehdot on esitetty sertifikaatin lopussa.

Espoossa 27.6.2013

Liisa Rautiainen  
Arviointipäällikkö

Mikko Saari  
Arvioija

VTT EXPERT SERVICES OY  
PL 1001, 02044 VTT  
Puh. 020 722 111, Faksi 020 722 7003

Copyright © VTT Expert Services Oy 2013